

Mikroskopisch-anatomische und
grobmorphologische Untersuchungen
am kranialen Integument
mitteleuropäischer Vespertilionidae
(Mammalia, Chiroptera)

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der philosophischen Doktorwürde

vorgelegt der

Philosophischen Fakultät II

der

Universität Zürich

von

MARIANNE HAFFNER

von Altnau / TG

Begutachtet von Prof. Dr. V. Ziswiler

Zürich 1987

Zentralstelle der Studentenschaft



Mikroskopisch-anatomische und grobmorphologische Untersuchungen am kranialen Integument mitteleuropäischer Vespertilionidae (Mammalia, Chiroptera)

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der philosophischen Doktorwürde
vorgelegt der
Philosophischen Fakultät II
der
Universität Zürich

von

MARIANNE HAFFNER
von Altnau / TG

Begutachtet von Prof. Dr. V. Ziswiler

Zürich 1987

Zentralstelle der Studentenschaft

INHALTSVERZEICHNIS

1. EINLEITUNG	1
2. MATERIAL UND METHODEN.....	4
3. RESULTATE.....	6
3.1. Tasthaare.....	6
3.1.1. Anordnung, Anzahl, Ausrichtung und Länge	6
3.1.2. Histoarchitektur	8
3.1.3. Wurzelgrößen der Tasthaare am Oberkiefer	8
3.1.4. Tasthaardrüsen.....	9
3.2. Vergrößerte Talgdrüsen	10
3.3. a-Drüsen	13
3.3.1. Histoarchitektur	13
3.3.2. Vergleichende Histoarchitektur.....	14
4. DISKUSSION.....	18
4.1. Tasthaare.....	18
4.1.1. Histoarchitektur	18
4.1.2. Funktion	19
4.2. Gesichtsdrüsen.....	22
4.2.1. Histoarchitektur der vergrößerten Talgdrüsen.....	22
4.2.2. Histoarchitektur der a-Drüsen	23
4.2.3. Die Aktivität der a-Drüsen	24
4.2.4. Funktion	24
4.3. Tasthaare als diagnostisches Merkmal	26
4.3.1. Merkmale zur Diagnostizierung von Gattungen	26
4.3.2. Merkmale zur Diagnostizierung von Arten.....	27
4.3.3. Zur Diagnostizierung anderer Familien der Chiroptera	28
5. ZUSAMMENFASSUNG	29
6. LITERATUR.....	31



Digitized by the Internet Archive
in 2026

1. EINLEITUNG

Die Chiroptera, Fledertiere, verfügen über ein Sonarsystem (Echolocation) und sind die einzigen rezenten Säugetiere, die zum aktiven Flug befähigt sind. Diese Säugetierordnung fällt durch eine vielfältige Diversifikation bezüglich Ernährung, Quartiergewohnheiten, sozialen Verhaltensweisen und Reproduktionsstrategien auf. Nach den Rodentia sind die Chiroptera die artenreichste Säugetierordnung, deren Vertreter nahezu alle Kontinente und viele Inseln besiedelt haben. Ueber die Lebensweise dieser nachtaktiven Säugetiere ist allerdings noch sehr wenig bekannt und vergleichend funktionsmorphologisch wurde die Gruppe bisher nicht nennenswert bearbeitet. Erst in neuerer Zeit beschäftigt man sich mit Beziehungen zwischen Flügelformen und Flugverhalten, Ultraschalleigenschaften und Jagdstrategien, oder Anpassungen des Verdauungstraktes an Nahrungsspezialisierungen.

Auch auf dem beschränkten Gebiet der Schweiz spiegelt sich der Besiedlungserfolg dieser Säugetierordnung wider: Praktisch alle mitteleuropäischen und einige mediterrane Fledermausarten sind in diesem Land vertreten. Die 26 einheimischen Fledermausarten stellen rund einen Drittel der einheimischen Säugetierarten. Obwohl sich alle diese Fledermausarten hauptsächlich von Insekten ernähren, haben sich die einzelnen Arten zu Spezialisten entwickelt, was sich in der unterschiedlichen Jagdstrategie, Nahrungszusammensetzung, Quartierwahl und dem vielfältigen Sozialverhalten ausdrückt.

Bei der funktionellen Interpretation der einzelnen Hautorgane der Gesichtshaut innerhalb der Familie der Vespertilionidae muss diese Radiation ebenfalls berücksichtigt werden. Einige Fledermausarten jagen ihre Beute nicht im freien Flug, sondern lesen sie vom Untergrund oder sogar vom Boden auf. Andererseits verbringen die wenigsten der untersuchten Fledermausarten die ganze Nacht im Flug, sondern jagen nur eine beschränkte Zeit, um sich dann wieder in ihre Tagesschlaf- oder Nachtquartiere zurückzuziehen. In der Wahl der Sommer- und Winterquartiere verhalten sich die einzelnen Arten sehr unterschiedlich. Neben spaltenbewohnenden Fledermausarten, die sich in Ritzen und Spalten an Felsen und Gebäuden verkriechen, gibt es solche, die frei in Estrichen und Höhlen hangen und andere, die Baumhöhlen bewohnen.

Ueber die Funktion der Tasthaare bei Säugetieren existiert eine umfangreiche Literatur. Ältere Autoren sahen die Tasthaare als Tastorgane bei nachtaktiven Säugetieren als Ersatz oder Ergänzung des durch das wenige Licht eingeschränkten Sehvermögens. Dass Tasthaare von Vertretern verschiedener Säugetierordnungen (*Insectivora*, *Rodentia*, *Carnivora*, *Pinnipedia*, *Perissodactyla* und *Artiodactyla*) als Nahtastorgane eingesetzt werden, zeigten unter anderen OSTROUMOV (1895), KSJUNIN (1902), MUELLER (1919), KRATOCHVIL (1966, 1968), LING (1966), HYVAERINEN (1972), DYKES (1975), GUSTAVSON et al. (1977) und STARCK (1982). Bei Ratten soll die taktile Information sogar wichtiger sein als die visuelle (SCHIFFMANN et al. 1970). In neuerer Zeit versuchte man anhand der Anzahl, der Anordnung und der Länge der Tasthaare Beziehungen zum Lebensraum und zur Lebensweise verschiedener Säugetiere herzustellen (KRATOCHVIL 1966, LING 1966, GIERBERG & RIETSCHEL 1967, MONTAGNA & GIACOMETTI 1969, SCHIFFMANN et al. 1970, MONTAGNA 1972, DYKES 1975). KRATOCHVIL (1968) war in der Lage, auf Grund der unterschiedlichen Ausbildung von Facialvibrissen bei verschiedenen Vertretern der Gattung *Apodemus* auf deren Verhalten in den un-

terschiedlichen Lebensräumen zu schliessen. Ueber die Funktion von Tasthaaren bei Fledermäusen machte sich bisher einzig SCHNEIDER (1963) Gedanken.

Mehrere Autoren befassten sich mit dem Bau von Facialvibrissen bei verschiedenen Säugetieren und konzentrierten sich dabei vor allem auf die Innervation dieser Haare (GEGENBAUR 1851, ODENIUS 1866, DIETL 1871, SCHOEBL 1873, LOEWE 1878, SZYMONOWICZ 1895, BOTEZAT 1897, VINCENT 1913, EGGERMANN 1919, ZIETSCHMANN 1920, VAN HORN 1970, HYVAERINEN 1972, LING 1972 und MONTAGNA 1972).

Ueber die Histoarchitektur von Tasthaaren bei der Unterordnung Microchiroptera ist wenig Literatur vorhanden (DIETL 1871, REDTEL 1873, BISHOP 1943, SCHNEIDER 1963, GOLDSCHMID-LANGE 1976). Der Bau von Tasthaaren innerhalb der Familie der Vespertilionidae ist nur in den Arbeiten von SZYMONOWICZ (1936) (*Eptesicus nilssonii*) und GOLDSCHMID-LANGE (1976) (*Nyctalus spec.*) beschrieben. Die in der Nähe von Tasthaaren vorkommende Muskulatur erwähnt einzig REDTEL (1873).

Wenig Beachtung wird in der neueren Literatur den Tasthaaren zugeordneten Drüsen geschenkt. Solche Drüsen wurden nur in mehr als 100 Jahren zurückliegenden Arbeiten genauer untersucht (GEGENBAUR 1851, LEYDIG 1859, ODENIUS 1866, SCHOEBL 1873, LOEWE 1878). Auf das Vorhandensein von a-Drüsen im Zusammenhang mit Tasthaaren wies einzig LING (1966) beim See-Elefanten (*Mirounga leonina*) hin. Einige Autoren erwähnen lediglich Vorhandensein oder Fehlen von Talgdrüsen bei Tasthaaren bei verschiedenen Fledermausarten (REDTEL 1873, SZYMONOWICZ 1936, GARRETT 1966, GOLDSCHMID-LANGE 1976).

Die Gesichtsdrüsen der Microchiroptera, die diesen Tieren oft eine skurrile Physiognomie verleihen, wurden vor allem im letzten Jahrhundert erstmals beschrieben (TIEDEMANN 1816, ROUSSEAU 1833, LEYDIG 1857, 1859, KRAUSE 1861, REDTEL 1873, RANVIER 1879, MONTICELLI 1886, GEGENBAUR 1898, MAURER 1915, ALLEN 1940).

Den histologischen Bau der Gesichtsdrüsen untersuchten DALQUEST (1950), WERNER et al. (1950, 1979), DALQUEST et al. (1952), STARCK (1958), MADKOUR (1962), HARRISON (1964), SEKINE (1966), WERNER (1966), MAINOYA (1977), MINEDA (1977), QUAY (1977) und KULZER et al. (1984, 1985). Die Familie der Vespertilionidae wurde dabei von PORTA (1910), SCHAFFER (1938, 1940), WERNER & DALQUEST (1952), DALQUEST & WERNER (1954), SISK (1957) und HANDLEY (1959) bearbeitet.

Die Angaben über die Funktion der Gesichtsdrüsen bei Fledermäusen sind oft spekulativ und teilweise widersprüchlich. Zusammenhänge in der Ausbildung dieser Drüsen mit dem Sexualverhalten suchten DOBSON (1878), OPPEL (1904), SCHAFFER (1940), HARRISON & DAVIES (1949), SISK (1957), DAVIS & HERREID (1960) und DWYER (1966). Die Sekretion der a-Drüsen betrachten KULZER et al. (1985) als "emotionales Schwitzen". STARCK (1982) bezeichnet die Funktion der Gesichtsdrüsen als intra- und interspezifische olfaktorische Signalgeber auf Distanz. Die neuere Literatur über olfaktorische Signale für vorwiegend nicht-europäische Fledermausarten wird von FENTON (1985) abgehandelt.

Obwohl mehrere Autoren (FREDERIC 1905, 1906, TOLDT 1916, DUN 1958, KRATOCHVIL 1966, LING 1966, VAN HORN 1970, HYVAERINEN 1972) die Anordnung der Tasthaare im Gesicht von verschiedenen Säugetieren untersuchten, kamen nur wenige auf die Idee, diese Merkmale für die Diagnostizierung von einzelnen Gattungen und Arten zu verwenden. HAAKE (1890) und

POCOCK (1914) diagnostizierten einzelne Säugetierordnungen auf Grund der an den Wangen stehenden Tasthaare, bzw. der verschiedenen Tasthaargruppen. MUELLER (1919) unterschied mehrere Haustierte, LYNE (1959) die Vertreter der Unterklasse Marsupialia und KRATOCHVIL (1968) die Vertreter der Gattung Apodemus auf Grund des Merkmales Anordnung der Tasthaare am Gesicht.

Die Literatur über Microchiroptera beschränkt sich auf die Beschreibung der Anordnung von Tasthaaren für einzelne Fledermausarten (REDTEL 1873, HAAKE 1890, POCOCK 1914, SCHNEIDER 1963). Anhand der Morphologie des Integumentpolsters der Vibrissae interramales unterschieden DALQUEST & WERNER (1954) nordamerikanische Fledermausarten.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, Strukturen des facialem Integuments europäischer Vespertilionidae auf Grund grobmorphologischer und mikroskopisch-anatomischer Untersuchungen zu analysieren und funktionelle Aspekte dieser Hautstrukturen zu diskutieren. Im weiteren soll geprüft werden, ob die Unterschiede zur Diagnostizierung einzelner Gattungen oder Arten und zum Verständnis der evolutiven Aufspaltung innerhalb dieser Fledermausfamilie beitragen können.

An dieser Stelle danke ich Herrn Prof.Dr.V. Ziswiler*, unter dessen Leitung diese Arbeit entstand, für sein Interesse und seine stets wohlwollende Unterstützung und meinem Kollegen H.P. Stutz dafür, dass er mir den Hauptteil des Untersuchungsmaterials zur Verfügung stellte und für seine zahlreichen Anregungen. Weiteres Material überliessen mir in verdankenswerter Weise Herr Dr.G. Cotti, das Bündner Naturmuseum und das Zool. Museum Helsinki. Frau Dr. R. Landolt danke ich dafür, dass sie mit viel Geduld diverse Versionen des Manuskripts kritisch beurteilte und mir Anregungen bei der Diskussion der Resultate gab. Meinen besonderen Dank in vielseitiger Hinsicht möchte ich meinen Eltern zukommen lassen, indem ich ihnen diese Arbeit widme. Für ihre Hilfe danke ich der Familie E. Gassmann, Herrn B. Gassmann, Frau E. Wenk und Frau S. de Roche.

* Die vorliegende Arbeit entstand im Rahmen eines Forschungsprogrammes von Herrn Prof.Dr.V. Ziswiler, das vom Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung unterstützt wird.

2. MATERIAL UND METHODEN

Grobmorphologisch wurden 137 Individuen aus 16 Arten (5 Gattungen) der Familie der Vespertilionidae untersucht. Davon wurden 46 Individuen aus 15 Arten für histologische Untersuchungen weiterverarbeitet (Tab. 1).

Die untersuchten Vespertilionidae, die ich nach der Nomenklatur von CORBET (1978) benenne, stammen zur Hauptsache aus der Arbeitssammlung von Hans-Peter Stutz am Zoologischen Museum der Universität Zürich, drei *Pipistrellus savii* aus der Sammlung des Bündner Naturmuseums, zwei *Pipistrellus kuhli* aus der Privatsammlung von Herrn Dr.G. Cotti (Lugano), dreizehn *Eptesicus nilssoni* aus der Sammlung des Zoologischen Museums Helsinki und zwei *E. nilssoni* aus der Privatsammlung von Herrn R. Lehmann (Helsinki).

Die Benennung der Tasthaargruppen erfolgt hauptsächlich nach KRATOCHVIL (1968), wobei bei den Vibrissae mystaciales zwei Gruppen unterschieden werden. Als Schnauzentasthaare (Vibrissae mystaciales) werden die in drei bis vier Reihen stehenden, mehr oder weniger senkrecht aus der Haut ragenden Tasthaare bezeichnet. Als eigentliche Lippentasthaare (Vibrissae labii superiores) werden die direkt oberhalb der Oberlippe stehenden Tasthaare benannt. Diese treten im Gegensatz zu den V. mystaciales in einem spitzen Winkel aus der Haut und ragen über die Unterlippe.

Die V. mystaciales, V. labii superiores und die V. submentales werden nach dem Prinzip der Theaterbestuhlung numeriert (Abb. 1): die erste Zahl (r) gibt die Reihe, die zweite Zahl (s) die Stellung innerhalb dieser Reihe an. Innerhalb der Reihen erfolgt die Numerierung rostrad aufsteigend. Da die V. labii superiores oft dicht beieinander stehen, werden diese Tasthaare rostrad aufsteigend numeriert, ohne allfällige Reihen zu unterscheiden. Die Tasthaarreihen der V. mystaciales und V. labii superiores werden ventrad und die Reihen der V. submentales von der Sagittalachse laterad aufsteigend numeriert. Eine Ausnahme bildet die Mystacialvibrisse, die zwischen den Tasthaaren 3.1. und 3.2. steht und als 3.1-2. bezeichnet wird. Bei den V. supraorbitales (A1, A2) und V. angulares (O1, O2) steht die Eins jeweils für das dem Auge, bzw. dem Mundwinkel nächststehende Tasthaar.

Die Kopfhaut der in 10% Formol oder 70% Alkohol fixierten Fledermäuse wurde entfernt, beide Gesichtshälften und Kinn abpräpariert und nach den herkömmlichen Methoden zu lückenlosen Serien von 7-15 μ dicken Paraffinschnitten (horizontal und transversal) weiterverarbeitet und mit Hämalaun-Eosin gefärbt (ROMEIS, 1968).

Anhand dieser Schnittserien konnte die Anzahl der Tasthaare genau bestimmt werden. Die Anordnung der Tasthaare auf dem Gesicht wurde auf Grund von Serienzeichnungen unter Berücksichtigung der Schnittdicke rekonstruiert und anschliessend zur Kontrolle mit ganzen Hautpräparaten in Aufsicht verglichen. Die grobmorphologischen Zeichnungen wurden mit einem Zeichenprisma am Binokular und die histologischen Zeichnungen mit einem Zeichentubus am Mikroskop angefertigt, die Aufnahmen histologischer Präparate wurden mit einem inversen Durchlicht-Kameramikroskop hergestellt.

Grobmorphologische und histologische Messungen wurden mit den entsprechenden Messokularen und numerische Auswertungen auf einem Commodore PC 20-II mittels dem Softwarepaket SYSTAT (Systat, Inc., Illinois) Vers.2.0 vorgenommen.

Da Tasthaare bei der Präparation gerne abbrechen oder im Wachstum sein können, erscheint es nicht sinnvoll, deren Länge zu messen. Deshalb wurde ein Mass für die Grösse der Haarwurzel entwickelt. Da die Wurzellänge im Gegensatz zur Wurzelbreite innerhalb einer Wurzel stark variiert, wurden Wurzellänge und -breite an der längsten Wurzelstelle gemessen. Diese zwei Masse miteinander multipliziert ergeben die "Wurzelgrösse".

Zur Kontrolle wurden bei einigen Arten mehrere Individuen vermessen. Es zeigte sich, dass die Abweichung bei den entsprechenden Tasthaaren intra-spezifisch derart gering ist, dass es genügt, die Masse eines Tieres zu verwenden.

Die Dimensionen der kaudalen Talgdrüsen wurden einerseits an Horizontalschnitten gemessen und andererseits an Transversalschnitten berechnet (Schnittdicke multipliziert mit der Anzahl Schnitte). Zur Ermittlung der Masse an den a-Drüsen wurden an jedem Tier im kaudalen, zentralen und rostralen Gesichtsbereich mindestens fünf Drüsen vermessen. Bei einfachen Strukturen konnten die Längen direkt gemessen werden. Bei geknäuelten Strukturen wurde folgende Methode angewendet: an jedem Schnitt wurde die Anzahl Querschnitte der betreffenden a-Drüse gezählt und mit der Schnittdicke multipliziert. Diese Zahlen wurden addiert und ergaben die Länge der a-Drüse. An den Ausführgängen wurde der Gangdurchmesser an verschiedenen Stellen und der Mündungsdurchmesser an der weitesten Stelle gemessen.

3. RESULTATE

Das Gesicht der Vespertilionidae zeichnet sich im Gegensatz zum Körper durch eine spärliche Behaarung aus. Es ist kaudal durch die Ohrmuscheln und an der Stirne und am Kinn durch das Körperfell begrenzt. An bestimmten Stellen befinden sich Tasthaare. Nur die längsten Tasthaare sind aber von Auge oder mit der Lupe von den anderen Gesichtshaaren unterscheidbar. Bestimmte Gesichtshaare besitzen extrem vergrößerte Talgdrüsen, welche die Anschwellung der Schnauze einiger Fledermausarten bewirken (Abb. 2, 3). Monotypische Drüsen, die mit Gesichtshaaren vergesellschaftet sind und als a-Drüsen bezeichnet werden, konnten ebenfalls festgestellt werden. Im Folgenden wird die Morphologie und Topographie, sowie das Auftreten von verschiedenen Strukturtypen dieser Hautorgane bei den Vespertilionidae beschrieben.

3.1. Tasthaare

Die Tasthaare der einzelnen Fledermausarten lassen sich grobmorphologisch durch ihre Anordnung, Anzahl, Ausrichtung und Länge beschreiben. Neben ihrer speziellen Histoarchitektur unterscheiden sich die Tasthaare durch extreme Wurzelgrößen von den anderen Gesichtshaaren. Die Tasthaare können mit Talgdrüsen und mit monotypischen Drüsen vergesellschaftet sein. Da die monotypischen Drüsen in den Haarschaft oder direkt neben diesen einmünden, sind sie als a-Drüsen im Sinne von SCHAFFER (1940) zu betrachten.

3.1.1. Anordnung, Anzahl, Ausrichtung und Länge

Bei den untersuchten Fledermausarten kommen sechs Tasthaargruppen im Gesicht vor. Diese Tasthaargruppen befinden sich an bestimmten Gesichtspartien. Oberhalb der Augen liegen die Vibrissae superciliares, hinter dem Mundwinkel die Vibrissae angulares und am Kinn die Vibrissae interramales und die Vibrissae submentales. Die Vibrissae labii superiores befinden sich oberhalb der Oberlippe und die Vibrissae mystaciales auf der Schnauze (Abb. 4). Diese Tasthaargruppen unterscheiden sich in der Anzahl und Anordnung der Tasthaare und in deren Ausrichtung am Kopf. Die Vibrissae suboculares, V. postoculares, V. genales und V. nasales, die KRATOCHVIL (1968) für die Gattung *Apodemus* (Rodentia) beschrieb, konnten bei den Vespertilionidae nicht nachgewiesen werden.

Die Tasthaare oberhalb der Augen, hinter dem Mundwinkel und in der Kinnmitte unterscheiden sich grobmorphologisch besonders deutlich von den übrigen Gesichtshaaren. Diese Tasthaare sind sehr lang und wachsen aus einem unbehaarten Hautwulst.

Die Tasthaare an den Lippenrändern der Schnauze und des Kinns sind jedoch meist kurz und nur anhand ihres histologischen Baues von den übrigen Gesichtshaaren zu unterscheiden.

Im rostralen Bereich oberhalb der Augen befinden sich die Vibrissae superciliares. Die Gattung *Myotis* weist an dieser Stelle eines und alle anderen Gattungen zwei Tasthaare auf. Sind zwei V. superciliares vorhanden, ist eines näher

beim Auge als das andere. Diese Tasthaare sind gegen die Schnauzenspitze gerichtet und reichen oftmals über die Nase hinaus.

Bei allen Gattungen ausser bei *Myotis* sind im Bereich zwischen Mundwinkel und ventraler Ohransatzstelle zwei Vibrissae angulares vorhanden. Innerhalb der Gattung *Myotis* variiert die Anzahl V. angulares zwischen eins bis drei. Sind zwei oder drei V. angulares vorhanden, befindet sich eines näher beim Mundwinkel als die anderen, die sich ventrokaudal oder dorsokaudal dieses Tasthaares befinden. Die V. angulares sind rostroventral ausgerichtet und reichen mindestens bis in die Mitte der Lippen.

Die zwei Vibrissae interramales befinden sich etwa in der Kinnmitte zwischen den Kieferästen. Sie stehen dicht nebeneinander und wachsen rechtwinklig aus der Haut und sind leicht rostral abgebogen. In der Ruhestellung auf einer waagrechten Unterlage halten die Fledermäuse ihren Kopf so, dass die Spitzen der V. interramales die Unterlage berühren.

Die Vibrissae mystaciales sind auf der Schnauze verteilt. Besonders im rostralen Bereich sind sie grobmorphologisch kaum von den anderen Gesichtshaaren unterscheidbar. Die Anzahl V. mystaciales variiert zwischen vier bis sieben. Innerhalb der Gattungen *Nyctalus*, *Eptesicus*, *Vespertilio* und *Plecotus* ist ihre Anzahl konstant, während sie innerhalb der Gattungen *Myotis* und *Pipistrellus* variiert. Diese Tasthaare stehen in drei bis vier Reihen und wachsen in einem rechten Winkel aus der Haut. Die dorsalen V. mystaciales sind rostral abgebogen, während die ventralen eher rostroventral gekrümmt sind.

Die Vibrissae labii superiores befinden sich oberhalb der Oberlippe. Sie sind grobmorphologisch nicht von den sie umgebenden Oberlippenhaaren zu unterscheiden. Zusammen mit diesen Haaren bilden sie bei geöffnetem Mund einen dichten "Rechen", der die Oberlippe überragt (Abb. 5, 6). Die Anzahl dieser Tasthaare variiert teilweise intraspezifisch (Tab. 2). Die V. labii superiores stehen in Reihen und treten in einem spitzen Winkel aus der Haut. Sie decken bei *Myotis mystacinus*, *Myotis daubentonii*, *Pipistrellus pipistrellus*, *Pipistrellus nathusii*, *Nyctalus leisleri*, *Nyctalus noctula* und *Vespertilio murinus* den rostralen Mundbereich bis etwa in die Mitte des Mundschlitzes ab. Bei *Myotis bechsteini*, *Pipistrellus savii*, *Eptesicus nilssonii*, *Eptesicus serotinus*, *Plecotus auritus* und *Plecotus austriacus* erstreckt sich dieser Bereich über zwei Drittel des Mundschlitzes und bei *Myotis myotis* erreicht er sogar knapp den Mundwinkel.

Die Vibrissae submentales nahe der Unterlippe sind eher unregelmässig angeordnet und ihre Anzahl variiert meist intraspezifisch (Tab. 2). Zwei symmetrische Tasthaarreihen begrenzen medial den Bereich der V. submentales. Im medialen Kinnbereich stehen keine Tasthaare. Sehr kurz sind die Tasthaare rostral und lateral am Kinn. Auch dieser Vibrissentyp ist grobmorphologisch nicht von den übrigen Kinnhaaren unterscheidbar.

Die Anordnung und die Anzahl Tasthaare innerhalb der Tasthaargruppen sind für die einzelnen Fledermausarten in den Abb. 7-14 dargestellt.

Anhand der Anzahl Tasthaare pro Tasthaargruppe und deren Anordnung innerhalb der Gruppen konnte für die untersuchten Fledermausarten ein Bestimmungsschlüssel erstellt werden (Tab. 3). Dieser Schlüssel basiert auf grobmor-



phologischen und histologischen Kriterien. Für die Unterscheidung der beiden *Plecotus*-arten wird der Abstand der Mystacialvibrisse 1.1 zum kaudalen Nasenlochrand gemessen (Abb. 15, 16). Dieses Merkmal ist nur an lebenden oder frischtoten Individuen, oder guten erhaltenen Präparaten verwendbar, während bei Trocken- und Hautpräparaten sich die Abstände zwischen den Haaren infolge von Gewebeschrumpfungen verkürzen, oder bei der Loslösung vom Schädel verlängern können.

3.1.2. Histoarchitektur

Tasthaare unterscheiden sich von anderen Haaren durch das Vorhandensein eines Blutsinus (Abb. 17).

An der Tasthaarwurzel können von aussen gegen das Haar hin eine äussere Bindegewebsscheide, der Blutsinus, eine innere Bindegewebsscheide, eine äussere und eine innere Haarwurzelscheide unterschieden werden. Die äussere Bindegewebsscheide ist in der Regel dicker als die innere. Wenige Nervenfasern treten basal an die Haarwurzel und spalten sich in vier bis sechs Fasern auf. Diese dringen an verschiedenen Stellen in die äussere Bindegewebsscheide ein, setzen sich auf einem kurzen Abschnitt innerhalb derselben auf gleicher Höhe fort und treten dann in den Sinus, den sie strahlenförmig durchdringen. Sie spalten sich an der inneren Bindegewebsscheide weiter auf. Der Sinus ist ferner durch strahlenförmig verlaufende Bindegewebstrabekel unterteilt, die im apikalen Haarwurzelbereich dicker sind. Bei der Haarzwiebel setzt ein dickeres Trabekel an, das die Zwiebel im Sinus stabilisiert und somit dem Haar Halt gibt ohne die Beweglichkeit zu beeinträchtigen. Ein Ringwulst, wie er in Textbüchern für verschiedene Säugetiere dargestellt wird, wurde bei den untersuchten Vespertilionidae nie nachgewiesen. Es gibt Tasthaare ohne Talgdrüsen, solche mit Talgdrüsen und solche mit Talgdrüsen und a-Drüsen. Die Ausführungsgänge dieser Drüsen münden in den apikalen Teil des Haarschaftes.

Aus der quergestreiften subkutanen Muskulatur zweigen dünne Bündel oder Fasern in die Dermis ab und umgreifen teilweise die Tasthaarwurzeln, setzen jedoch nicht an diesen an. Die Wurzeln der V. superciliares und der V. angularis sind nicht von solchen Muskelfasern umgriffen und sind oftmals in subkutanem Fettgewebe versenkt.

3.1.3. Wurzelgrössen der Tasthaare am Oberkiefer

Die Wurzeln der Tasthaare sind viel ausgeprägter als diejenigen der anderen Gesichtshaare. Vergleicht man die Kopf-Rumpflänge der einzelnen Fledermausarten mit der durchschnittlichen Grösse ihrer Tasthaarwurzeln, ergibt sich eine Abhängigkeit der Tasthaarwurzelgrösse von der Körperlänge (Abb. 18). Bei linearer Regression ist der Korrelationskoeffizient $r = 0.905$. Die drei grössten Fledermausarten (*Myotis myotis*, *Nyctalus noctula* und *Eptesicus serotinus*) weisen die grössten Werte für die Wurzelgrössen auf. Kleine Fledermausarten wie *Myotis mystacinus*, *M. daubentoni*, *Pipistrellus pipistrellus* und *P. kuhli* haben kleine Tasthaarwurzelgrössen.

Innerhalb einer Art unterscheiden sich die Wurzelgrössen der verschiedenen Tasthaare (Tab. 4). Die Wurzeln der V. superciliares sind gross und wenn zwei solcher Tasthaare vorhanden sind, verschieden gross. Die Wurzeln der V.

mystaciales werden innerhalb der Reihen gegen rostral und unterhalb der Reihen gegen ventral kleiner.

3.1.4. Tasthaardrüsen

Einige Tasthaare sind mit Talgdrüsen vergesellschaftet, und zusätzlich kann eine monotypche Drüse in den Haarbalg oder direkt neben diesem ausmünden. Diese monotypchen Drüsen werden als a-Drüsen bezeichnet.

Auf Grund der Struktur und der Topographie der Talgdrüsen können die Tasthaare in acht Gruppen (Abb. 19-25) unterteilt werden:

- a) Tasthaar mit einem kleinen, gekammerten Blutsinus und mit zwei gelappten Talgdrüsen, deren sezernierender Teil zur Hauptsache ausserhalb der äusseren Bindegewebsscheide liegt
- b) Tasthaar mit zwei ausserhalb des Balges liegenden Talgdrüsen, ventrale Talgdrüse gelappt, dorsale Talgdrüse einlappig
- c) Tasthaar mit zwei Talgdrüsen, ventrale Talgdrüse ausserhalb des Balges gelappt, dorsale Talgdrüse in der apikalen Bindegewebsscheide einlappig
- d) Tasthaar mit einer ventralen gelappten Talgdrüse in der apikalen Bindegewebsscheide, sezernierender Teil kann teilweise ausserhalb der Bindegewebsscheide liegen (nur am Kinn nachgewiesen)
- e) Tasthaar mit einer ventralen ausserhalb des Balges liegenden gelappten Talgdrüse
- f) Tasthaar mit einer ventralen ausserhalb des Balges liegenden einlappigen Talgdrüse
- g) Tasthaar mit zwei gelappten Talgdrüsen in der apikalen Bindegewebsscheide
- h) Tasthaar mit zwei einlappigen Talgdrüsen in der apikalen Bindegewebsscheide
- i) Tasthaar mit einer ventralen einlappigen Talgdrüse in der apikalen Bindegewebsscheide
- j) Tasthaar ohne Talgdrüsen

Bei *M. myotis* sind praktisch alle V. labii superiores und alle V. submentales mit Talgdrüsen versehen. Bei einem Individuum konnten sogar zwei V. mystaciales mit Talgdrüsen nachgewiesen werden. Alle anderen Arten weisen nur wenige V. labii superiores und wenn überhaupt nur rostrale V. submentales mit Talgdrüsen auf. Der meist sehr kurze Ausführungsgang befindet sich in der apikalen Verschmelzung der beiden Bindegewebsscheiden und mündet oft senkrecht in den Haarschaft.

Neben Talgdrüsen können die Tasthaartypen a, c, e, f, g und h mit einer a-Drüse vergesellschaftet sein. Die Mündung einer solchen a-Drüse in den trichterförmig erweiterten Schaft eines Lippentasthaares ist in Abb. 26 abgebildet.

Die mit Drüsen vergesellschafteten Oberlippentasthaare sind in Tab. 5 besonders gekennzeichnet. Solche Tasthaare konnten in diesem Gesichtsbereich nicht bei allen Fledermausarten festgestellt werden. Meist weisen innerhalb der Arten nur die kaudalen V. labii superiores Drüsen auf.

Myotis myotis, die mit ihren vielen Tasthaaren aus dem Rahmen fällt, wird ausserhalb Tab. 5 gesondert behandelt. Bei *M. myotis* kommen in der ersten Lippentasthaarreihe rostral die Tasthaartypen e und i, in der zweiten e, i und a,

in der dritten c, e und a und in der vierten Reihe Typ a vor. Die Tasthaare der dritten und vierten Reihe sind praktisch alle mit apokrinen Drüsen versehen. Diese münden ventral in den Tasthaarkanal und ihr sezernierender Teil befindet sich auf derselben Seite etwa auf halber Höhe der Tasthaarwurzel. An einem Tier weisen die Mystacialvibrissen 3.1 und 3.2 Talgdrüsen des Typs i auf.

3.2. Vergrösserte Talgdrüsen

Als Drüsenhaare werden Haare bezeichnet, in deren Schaft Talgdrüsen münden, welche im Vergleich zu den Drüsen normaler Körperhaare stark vergrössert sind. Da viele Gesichtshaare vergrösserte Talgdrüsen aufweisen, wurden nur diejenigen mit den grössten Talgdrüsen untersucht. Es handelt sich dabei um kräftige Haare, die zusammen mit feineren Haaren einen Pinsel bilden (Gattung *Myotis*) oder um solche, die grobmorphologisch durch ihre regelmäßige Anordnung und/oder ihre Länge von anderen Gesichtshaaren unterschieden werden können. Stehen die Drüsenhaare in Reihen, werden diese entsprechend den Tasthaarreihen ventrad aufsteigend nummeriert. Alle Drüsenhaare der untersuchten Fledermäuse sind mit zwei Talgdrüsen und einer monoptychen Drüse versehen. Die Talgdrüsen und der sezernierende Teil der a-Drüse bei einem Drüsenhaar sind in Abb. 27 abgebildet. Die Abb. 28 stellt die Mündung des Ausführungsganges des gleichen Drüsenhaares dar. Innerhalb der untersuchten Vespertilionidae konnten gattungsspezifische Unterschiede in der Anordnung und Morphologie der Talgdrüsen festgestellt werden.

Die Gattung *Myotis* weist auf jeder Gesichtshälfte zwei Drüsenhaare auf. Diese befinden sich in den Gesichtsbereichen, die durch die Tasthaare 1.1, 1.2, 2.1, 2.2 und 2.1, 2.2, 3.1, 3.2 begrenzt sind (Abb. 30). Sie sind von einem mehr oder weniger gut ausgebildeten Haarpinsel umgeben. Dieser Haarpinsel wird bei *M. mystacinus* aus mehreren Haaren, die um das Drüsenhaar angeordnet sind und deren Spitzen sich berühren, gebildet. Bei allen anderen Arten ist die Epidermis um das Drüsenhaar eingesenkt und somit wird der Pinsel aus den am Rande und in dieser Einsenkung stehenden Haaren gebildet (Abb. 29).

Der ventrale Haarpinsel ist im Allgemeinen deutlicher ausgebildet als der dorsale. Die Drüsenhaare können bei erwachsenen Tieren kräftiger und länger sein als die umliegenden Pinselhaare, während die Drüsenhaare bei jungen Tieren immer bedeutend länger sind als die übrigen Pinselhaare.

Die Anzahl Pinselhaare, die am Rande der epidermalen Einstülpung stehen, beträgt bei *M. mystacinus* beim dorsalen Pinsel ca. 15, beim ventralen 18 Haare, bei *M. bechsteini* 21, bzw. 15, bei *M. myotis* 18, bzw. 23 und bei *M. daubentoni* 17, bzw. 28 Haare.

Bei *M. mystacinus* fehlt eine epidermale Einstülpung. Bei *M. bechsteini* beträgt die Anzahl Haare, die in der epidermalen Einstülpung um das Drüsenhaar stehen, beim dorsalen Pinsel 5, beim ventralen 7 Haare, bei *M. myotis* 10, bzw. 15 und bei *M. daubentoni* 6, bzw. 11.

Die Austrittsstelle des Drüsenhaares markiert die rostrale Grenze des Talgdrüsenfeldes. Bei *M. myotis* sind die dorsalen Talgdrüsen sehr klein und der kaudale Gesichtsteil wird bis zum rostralen Augenwinkel hin von den ventral gelegenen Talgdrüsen ausgefüllt. Bei allen anderen Arten dieser Gattung dehnen sich die Talgdrüsen beider Drüsenhaare auf den kaudalen Gesichtsteil bis zum rostralen Augenwinkel aus (Abb. 34).

Im rostralen Bereich werden die in der Dermis liegenden Talgdrüsen von quergestreiften Muskelfasern der subkutanen Muskulatur basal umfasst, im kaudalen Bereich sind sie in diese versenkt.

Alle Pinselhaare, sowohl die äusseren wie diejenigen innerhalb der Einstülpung haben zwei Talgdrüsen und eine a-Drüse.

Bei jedem Drüsenhaarkanal mündet eine a-Drüse, die einen sehr dünnen, langen und nahezu gerade verlaufenden Ausführungsgang hat. Der Ausführungsgang erweitert sich an der Austrittsstelle an der Hautoberfläche (*M. mystacinus*), bzw. an der Epidermiseinstülpung (*M. bechsteini*, *M. myotis*, *M. daubentonii*) trichterförmig.

Bei *M. mystacinus* befindet sich der sezernierende Teil der a-Drüse bei beiden Drüsenhaaren ventral der unteren Hälfte der vergrösserten Talgdrüsen. Der Ausführungsgang mündet ventral des austretenden Drüsenhaares in die Epidermis.

Bei *M. bechsteini*, *M. myotis* und *M. daubentonii* befindet sich der sezernierende Teil der a-Drüse bei beiden Drüsenhaaren ventral nahe der Drüsenhaarzwiebel und somit unterhalb der vergrösserten Talgdrüsen. Der Ausführungsgang mündet ventral des austretenden Drüsenhaares in die epidermale Einstülpung.

Die Gattung ***Pipistrellus*** weist auf jeder Gesichtshälfte mehrere Drüsenhaare auf. Diese befinden sich im Bereich der Mystacialvibrissen und stehen mehr oder weniger geordnet zwischen den Tasthaarreihen (Abb. 31).

Die Anzahl der auffälligsten Drüsenhaare bei *P. pipistrellus* beträgt in der dorsalen Reihe zwei, in der ventralen vier. Bei *P. nathusii* und *P. kuhli* stehen die Drüsenhaare ebenfalls in Reihen zwischen den Tasthaarreihen. In der dorsalen Reihe befinden sich drei, in der mittleren fünf und in der ventralen zwei Drüsenhaare. Die Drüsenhaare von *P. savii* sind unregelmässig angeordnet.

Die Talgdrüsen werden gegen ventral, rostral und dorsal kleiner. Die mächtigsten Talgdrüsen hat das Drüsenhaar, das kaudal zwischen den Tasthaaren 2.1 und 3.1 steht. Zusammen mit den kleineren Talgdrüsen des Drüsenhaares kaudal der Tasthaare 1.1 und 2.1 decken diese Talgdrüsen den Gesichtsbereich zwischen den ersten Tasthaaren jeder Reihe und dem rostralen Augenwinkel ab (Abb. 35).

Diese Talgdrüsen werden auf ihrer ganzen Länge von quergestreiften Muskelfasern der subkutanen Muskulatur basal umfasst.

Die Ausführungsgänge der Talgdrüsen münden etwa in der Mitte der Haarwurzel in den Haarschaft. Vor allem bei stark vergrösserten Talgdrüsen zweigen zusätzlich je ein oder zwei dünne Ausführungsgänge vom basalen Abschnitt des Hauptausführungsganges ab. Diese dünnen Ausführungsgänge verlaufen dicht dem apikalen Haarwurzelteil entlang und münden neben dem Haar an der Hautoberfläche.

Unmittelbar neben der Austrittsstelle des Drüsenhaares mündet eine a-Drüse mit erweitertem Ausführungsgang. Der stark aufgewundene sezernierende Teil der a-Drüse befindet sich basal der Talgdrüsen im Integument. Er dehnt sich geradlinig der Drüsenhaarwurzel entlang und somit zwischen den beiden Talgdrüsen im basalen Drittel der Talgdrüsen aus. An dieser Stelle geht der sezernierende Teil abrupt in den nichtsezernierenden dünnen Ausführungsgang über, der sich ebenfalls der Drüsenhaarwurzel entlang bis zur Hautoberfläche fortsetzt.

Die Drüsenhaare der Vertreter der Gattung ***Nyctalus*** stehen in Reihen zwischen den Mystacialvibrissen und versetzt zu diesen. Die Anzahl Drüsenhaare beträgt

bei beiden Arten in der dorsalen Reihe drei, in der mittleren bei *N. leisleri* drei, bei *N. noctula* fünf und in der dorsalen eins, bzw. zwei (Abb. 32).

Die Talgdrüsen der Drüsenhaare werden ventral und rostral kleiner. Das Drüsenhaar, das kaudal zwischen den Tasthaaren 1.1 und 2.1 steht, besitzt die mächtigsten Talgdrüsen. Zusammen mit den kleineren Talgdrüsen des Drüsenhaares kaudal der Tasthaare 2.1 und 3.1 decken diese den Gesichtsbereich zwischen den ersten Tasthaaren jeder Reihe und dem rostralen Augenwinkel ab (Abb. 35).

Diese Talgdrüsen werden im rostralen Bereich von quergestreiften Muskelfasern der subkutanen Muskulatur basal umfasst und sind im kaudalen Bereich in diese versenkt.

Die Ausführungsgänge der Talgdrüsen und die Form der a-Drüsen sind ähnlich wie bei der Gattung *Pipistrellus*. Allerdings können mehr Ausführungsgänge pro Talgdrüse vorhanden sein.

Die Anzahl der in der dorsalen Reihe stehenden Drüsenhaare beträgt innerhalb der Gattung *Eptesicus* bei *E. nilssoni* fünf bis sechs und bei *E. serotinus* vier. Mehrere Drüsenhaare sind bei *E. nilssoni* ventrorostral der V. mystaciales 2.1, 3.1 und 2.2 unregelmässig angeordnet. Bei *E. serotinus* ist eine ventrale Drüsenhaarreihe mit drei Drüsenhaaren zu erkennen (Abb. 32).

Die Talgdrüsen der Drüsenhaare werden bei beiden Arten ventral, rostral und dorsal kleiner. Das Drüsenhaar kaudal der Tasthaare 2.1 und 3.1 weist die grössten Talgdrüsen auf. Es deckt zusammen mit den Talgdrüsen des ventral von ihm stehenden Drüsenhaars einen grossen Bereich des Integuments zwischen den ersten Tasthaaren jeder Reihe und dem rostralen Augenwinkel ab (Abb. 36).

Diese Talgdrüsen werden im rostralen Bereich von quergestreiften Muskelfasern der subkutanen Muskulatur basal umfasst und ein schmaler ventraler Teil der Talgdrüse ist in diese Muskulatur abgesenkt.

Die Ausführungsgänge der Talgdrüsen verlaufen ähnlich wie bei der Gattung *Pipistrellus*.

Mit jedem Drüsenhaar ist eine a-Drüse vergesellschaftet. Ihr kurzer, wenig gewundener sezernierender Teil befindet sich basal der Talgdrüsen. Bei *E. nilssoni* verjüngt sich der sezernierende Teil direkt an der Talgdrüsenbasis zum nichtsezernierenden Ausführungsgang. Bei *E. serotinus* hingegen, steigt der sezernierende Teil im basalen Drittel der Talgdrüsen geradlinig empor, um sich bei der Drüsenhaarzwiebel zum nichtsezernierenden Ausführungsgang zu verjüngen. Der Ausführungsgang verläuft parallel zur Haarwurzel gegen die Hautoberfläche, erweitert sich apikal der Talgdrüsen und mündet bei der Austrittsstelle des Haares in den Haarschaft ohne sich zu erweitern.

Die Drüsenhaare des innerhalb der Gattung *Vespertilio* untersuchten Vertreters *V. murinus* stehen in Reihen zwischen den V. mystaciales. Ihre Anzahl in der dorsalen Reihe beträgt drei, in der mittleren, unregelmässig angeordnet, vier und in der ventralen fünf (Abb. 32).

Die Talgdrüsen der Drüsenhaare werden rostral und ventral kleiner. Das Drüsenhaar kaudal der Tasthaare 1.1 und 2.1 weist die grössten Talgdrüsen auf. Zusammen mit den Talgdrüsen des ventral austretenden Drüsenhaares, decken diese Talgdrüsen einen grossen Bereich des Integuments zwischen den ersten Tasthaaren jeder Reihe und dem rostralen Augenwinkel ab (Abb. 36).

Diese Talgdrüsen werden im rostralen Bereich von quergestreiften Muskelfasern der subkutanen Muskulatur basal umfasst und sind im kaudalen Bereich in diese versenkt.

Die Ausführungsgänge der Talgdrüsen und die Form der a-Drüsen sind ähnlich wie bei der Gattung *Pipistrellus*.

Die Drüsenhaare der Vertreter der Gattung *Plecotus* sind unregelmässig angeordnet. Ihre Anzahl beträgt bei *P. auritus* für den Gesichtsbereich rostral der V. mystaciales 1.1, 2.1 und 3.1 vier, bei *P. austriacus* drei. Im kaudalen Bereich dieser Tasthaare stehen bei *P. auritus* drei und bei *P. austriacus* vier Drüsenhaare (Abb. 33).

Das Drüsenhaar kaudal der Tasthaare 2.1 und 3.1 weist etwas grössere Talgdrüsen auf als das dorsal austretende. Zusammen decken diese Talgdrüsen einen grossen Bereich des Integuments zwischen den ersten Tasthaaren jeder Reihe und dem rostralen Augenwinkel ab (Abb. 36).

Diese Talgdrüsen werden auf ihrer ganzen Länge von basal von quergestreiften Muskelfasern der subkutanen Muskulatur umfasst.

Die Ausführungsgänge der Talgdrüsen sind ähnlich wie bei der Gattung *Pipistrellus*. Mit jedem Drüsenhaar ist eine a-Drüse vergesellschaftet, deren zwei- bis dreimal locker aufgewundener sezernierender Teil sich basal der Talgdrüsen befindet. Er geht an der Talgdrüsenbasis abrupt in den dünnen nichtsezernierenden Ausführungsgang über. Dieser verläuft auf der ventralen Seite der Drüsenhaarwurzel entlang zwischen den Talgdrüsen hinauf. Er erweitert sich apikal der Talgdrüsen und an der Austrittsstelle, die sich auf der ventralen Seite des Haarschaftes befindet.

Die Längenausdehnung der kaudalen Talgdrüsen für alle untersuchten Fledermausarten geht aus Tab. 7 hervor. Die längsten Talgdrüsen besitzen die Vertreter der Gattung *Myotis*. Während diese Talgdrüsenbereiche bei *M. myotis* auf jeder Gesichtshälfte von den Talgdrüsen eines Drüsenhaares gebildet werden, werden sie bei den anderen *Myotis*-arten von je zwei Talgdrüsen gebildet. Einen relativ kleinen Gesichtsbereich nehmen die Talgdrüsen bei der Gattung *Plecotus* ein. Während bei einigen Arten ein beachtlicher Teil der Talgdrüsen im kaudalen Gesichtsbereich in die subkutane Muskulatur gesenkt ist, sind die Talgdrüsen der Gattungen *Pipistrellus* und *Plecotus* nicht in die Muskulatur eingesenkt.

3.3. a-Drüsen

3.3.1. Histoarchitektur

Alle monoptychen Drüsen sind mit Haaren vergesellschaftet. Sie münden in die trichterförmige Einstülpung aus der die kräftigen Haare austreten. Bei dünnen Haaren münden sie unmittelbar neben deren Austrittsstelle an der Hautoberfläche. Diese säckchen- bis schlauchförmigen monoptychen Drüsen entsprechen somit dem Typ der a-Drüsen (SCHAFFER 1940). Frei an der Hautoberfläche mündende monoptyche Drüsen konnten nicht beobachtet werden.

Zur Untersuchung der a-Drüsen werden drei Partien am Gesicht unterschieden (Abb. 37).

Der kaudale Bereich ist durch die Verbindungslinien Mundwinkel-Augenwinkel und durch die ersten Mystacialvibrissen jeder Reihe begrenzt. Der zentrale Bereich befindet sich zwischen den Verbindungslinien der ersten und der zweiten Mystacialvibrissen jeder Reihe. Der rostrale Bereich ist kaudal durch die Verbindungslinie der zweiten Mystacialvibrissen jeder Reihe begrenzt. Der sezernierende Drüsenteil und der Ausführgang können verschieden geformt sein. Es konnten insgesamt fünf Drüsenformen gefunden werden (Abb. 38). In der Gesichtshaut einer Fledermausart können mehrere dieser Drüsenformen auftreten. Bei Haaren mit extrem vergrößerten Talgdrüsen verläuft der Ausführgang immer zwischen den zwei Talgdrüsen der Haarwurzel entlang an die Oberfläche. Die Ausführgänge münden in der Regel auf der ventralen Haarwurzelseite.

Der Ausführgang setzt sich aus einer äusseren Zellschicht mit flachovalen bis spindelförmigen und einer inneren Zellschicht mit rundlichovalen Zellkernen zusammen. Der Mündungsbereich ist mit einem Stratum corneum versehen. Am Uebergang vom Ausführgang zum sezernierenden Teil der Drüse lösen eine Schicht Myoepithelzellen mit spindelförmig bis ovalen Kernen die äussere und eine sezernierende Schicht mit grossen, hell sich anfärbenden Zellkernen die innere Zellschicht ab.

Der sezernierende Teil setzt sich aus einer Basalmembran, einer Myoepithelzellschicht und einer sezernierenden Zellschicht mit flachen, isoprismatischen und/oder hochprismatischen Zellen mit einem bis zwei grossen runden Kernen zusammen.

3.3.2. Vergleichende Histoarchitektur

a) Gattung *Myotis*

Im rostralen Bereich weisen bei *M. mystacinus* keine, bei *M. bechsteini* (rostral) und *M. daubentoni* wenige und bei *M. bechsteini* (kaudal) und *M. myotis* alle Gesichtshaare eine a-Drüse auf. Im zentralen und kaudalen Bereich ist jedes Gesichtshaar mit einer a-Drüse ausgestattet. Die sezernierenden Teile der a-Drüsen sind unterschiedlich tief in der Dermis eingelagert und stehen senkrecht zur Hautoberfläche. Im apikalen Bereich des kaudalen Integuments werden sie von den grossen Talgdrüsen verdrängt und liegen somit oberhalb denselben teilweise waagrecht in der Dermis.

Der sezernierende Teil der a-Drüsen ist bei allen untersuchten Arten säckchenförmig geformt (Abb. 38.a). Bei *M. bechsteini* und *M. myotis* kommen langgezogene Säcke vor, die an der Basis bei *M. bechsteini* meist einmal und bei *M. myotis* mehrmals abgebogen sind (Abb. 38.b und c). Oft haben die sezernierenden Zellen zwei Zellkerne, die entweder dicht beisammen oder getrennt in der Zelle liegen.

Die Ausführgänge setzen sich mehr oder weniger abrupt von den sezernierenden Teilen ab und verlaufen geradlinig (*M. daubentoni*), in einer (*M. mystacinus*, *M. bechsteini*, *M. myotis*, *M. daubentoni*) oder zwei (*M. mystacinus*, *M. bechsteini*, *M. myotis*, *M. daubentoni*) leichten Biegungen oder in mehreren engen Windungen (*M. myotis*) gegen die Hautoberfläche. Ihre Mündung ist isometrisch oder trichterförmig.

b) Gattung *Pipistrellus*

Im rostralen Bereich besitzen nur wenige Gesichtshaare eine a-Drüse. Im zentralen und kaudalen Bereich ist jedes Gesichtshaar mit einer solchen Drüse ausgestattet. Die sezernierenden Teile der a-Drüsen befinden sich in der Dermis auf der Höhe der vergrößerten Talgdrüsen und unterhalb derselben. Bei stark vergrößerten Talgdrüsen können die a-Drüsen oberhalb derselben liegen.

Der sezernierende Teil der a-Drüsen ist ein dünner Schlauch, der vor allem im basalen Bereich bei *P. nathusii* und *P. savii* in lockeren oder engen Windungen verläuft (Abb. 38.d) oder eng geknävelt ist wie bei *P. pipistrellus* und *P. kuhli* (Abb. 38.e). Zweikernige sezernierende Zellen wurden keine beobachtet.

Der Ausführungsgang kann mehrmals gebogen sein, verläuft jedoch im oberen Teil meist gerade. Er kann apikal flaschenförmig erweitert, an der Austrittsstelle jedoch wieder verengt sein (*P. nathusii*, *P. kuhli*) oder über eine längere Strecke erweitert sein (*P. savii*).

c) Gattung *Nyctalus*

Im rostralen Bereich weisen nicht alle Gesichtshaare eine a-Drüse auf, im zentralen und im kaudalen Bereich ist beinahe jedes Gesichtshaar mit einer a-Drüse ausgestattet.

Die Lage der sezernierenden Drüsenteile entspricht derjenigen der Gattung *Pipistrellus*.

Der sezernierende Teil der a-Drüsen ist ein Schlauch, der in lockeren oder engen Windungen verläuft und an der Basis bei *N. leisleri* ganz selten und bei *N. noctula* öfter eng geknävelt ist (Abb. 38.d). Zweikernige sezernierende Zellen wurden keine beobachtet.

Die Ausführungsgänge verlaufen nach einer engen Windung gerade oder in wenigen weiten Mäandern gegen die Hautoberfläche. Der Ausführungsgang kann apikal flaschenförmig erweitert, an der Austrittsstelle jedoch wieder verengt sein und mündet in den erweiterten Haarschafttrichter.

d) Gattung *Eptesicus*

Jedes Gesichtshaar ist mit einer a-Drüse versehen. Eine Ausnahme bilden die ventralen Haare.

Die Lage der sezernierenden Drüsenteile entspricht derjenigen von *Pipistrellus*. Bei beiden Arten kann der sezernierende Teil die Form eines langgezogenen Säckchens, das an der Basis mehrmals abgebogen ist, aufweisen. Bei *E. serotinus* können auch locker oder eng gewellte dünne Schläuche beobachtet werden (Abb. 38.d). Die sezernierenden Zellen können zweikernig sein.

Der Ausführungsgang setzt sich abrupt vom sezernierenden Teil ab und verläuft mehr oder weniger gerade. Bei *E. serotinus* kann er direkt oberhalb des sezernierenden Teiles eng mäandrieren. Er kann zusätzlich im apikalen Bereich flaschenförmig erweitert und an der Austrittsstelle wieder verengt sein.

e) Gattung *Vespertilio*

Jedes Gesichtshaar des untersuchten Vertreters der Gattung *Vespertilio* ist mit einer a-Drüse versehen.

Die Lage der sezernierenden Drüsenteile entspricht derjenigen von *Pipistrellus*. Der sezernierende Teil der a-Drüsen ist ein Schlauch, der in lockeren oder engen Windungen verläuft oder eng geknäuel ist (Abb. 38. d, e). Die sezernierenden Zellen sind zum Teil zweikernig.

Der Ausführgang kann in zwei bis drei engen Windungen verlaufen, bevor er gerade oder in wenigen weiten Windungen gegen die Hautoberfläche zieht, wo er sich trichterförmig erweitert und in den obersten Teil des erweiterten Haarschafttrichters mündet.

f) Gattung *Plecotus*

Im ventralen Bereich kommen bei der Gattung *Plecotus* Gesichtshaare ohne a-Drüsen vor.

Die Lage der sezernierenden Drüsenteile entspricht derjenigen von *Myotis*.

Der sezernierende Teil der a-Drüsen kann die Form eines einfachen Säckchens aufweisen oder die eines langgezogenen Säckchens, das basal ein- bis mehrmals abgebogen ist (Abb. 38. a, b). Nur wenige sezernierende Zellen sind zweikernig.

Die Ausführungsgänge können bei *P. auritus* oberhalb des sezernierenden Teiles eng gewunden sein, oder sie verlaufen mehr oder weniger geradlinig und bei *P. austriacus* teilweise in einer die Talgdrüse umfassenden Schlaufe gegen die Hautoberfläche zu. Sie erweitern sich sukzessive und münden in den obersten Teil des Haarschaftes.

Bei *Plecotus* wird der apikale Teil des Drüsensäckchens vom Ausführgang gebildet. Je nach Füllungsgrad des Säckchens mit Sekret ist dieser Anteil des Ausführungsganges verschieden stark gedehnt.

Aus den Messwerten zu den a-Drüsen (Tab. 8) geht hervor, dass sich die durchschnittliche Länge des Ausführungsganges bei den verschiedenen Fledermausarten nur wenig unterscheidet. Bei den Längen des sezernierenden Teiles der a-Drüsen jedoch sind grössere Unterschiede ersichtlich. Die Gattung *Myotis* hat eher kurze sezernierende a-Drüsenteile. Innerhalb dieser Gattung fällt *M. myotis* durch relativ lange Drüsen auf. Die Gattungen *Pipistrellus*, *Eptesicus*, *Vespertilio* und *Plecotus* weisen lange a-Drüsen auf und innerhalb der Gattung *Nyctalus* hat *N. leisleri* eher kurze und *N. noctula* lange a-Drüsen. Auf Grund des Füllungsgrades der sezernierenden Zellen konnten die a-Drüsen in drei Gruppen unterteilt werden. Drüsen mit nur hochprismatischen Zellen (hoher Füllungsgrad mit Sekret), solche mit hochprismatischen und isoprismatischen und/oder nur isoprismatischen Zellen (hoher und mittlerer Füllungsgrad) und Drüsen mit flachen Zellen (geringer Füllungsgrad) wurden unterschieden. In Tab. 9 wurden die untersuchten Individuen anhand dieser Drüsengruppen zusammengefasst und nach den Fundmonaten der Fledermäuse während des Jahres geordnet.

Es fällt auf, dass a-Drüsen mit flachen Zellen (wenig Sekret) von August bis März vorkommen, während solche mit nur hochprismatischen Zellen (viel Sekret) von April bis Oktober vorhanden sind. Bei den Funden aus den Mona-

ten November und Dezember, deren Drüsen ebenfalls hochprismatische Zellen aufweisen, handelt es sich um Tiere, die sich in geheizte Räume verirrt hatten oder längere Zeit gepflegt wurden.

4. DISKUSSION

4.1. Tasthaare

4.1.1. Histoarchitektur

Bei den Tasthaaren der von mir untersuchten Vespertilionidae konnte kein Ringwulst, den viele andere Säugetiere besitzen, festgestellt werden. Ferner konnte am Blutsinus kein cavernöser von einem Ringsinus unterschieden werden, wie dies von den Tasthaaren anderer Säugetiere bekannt ist. Bemerkenswerte Unterschiede finden sich bei der Muskulatur und bei den mit Tasthaaren vergesellschafteten Drüsen bei den Fledermäusen im Vergleich zu anderen Säugetieren.

4.1.1.a) Muskulatur

YOHRO (1977) fand bei der Spitzmaus *Sorex unguiculatus* drei Typen quergestreifter Muskulatur, die der Bewegung der Tasthaare dienen. Neben Muskelfasern, die von der Basis eines Tasthaares zum Apex des benachbarten Tasthaares verlaufen, fand er horizontal verlaufende Muskelfasern zwischen den Tasthaaren. Er beschrieb bei den einzelnen Tasthaaren einen Muskel ähnlich dem Arrector pili bei Körperhaaren, der aus quergestreifter und glatter Muskulatur zusammengesetzt ist und schliesst daraus, dass die Tasthaare ebenfalls einzeln bewegt werden können. Auch WINESKY (1979) fand beim Hamster (*Mesocricetus auratus*) Muskelverbindungen zwischen dem Apex des einen und der Basis des benachbarten Tasthaares. Ein zweiter Muskeltyp besteht aus den Fasern subkutaner Muskulatur. Diese zwei Muskeltypen sind für die gleichzeitige Bewegung aller Tasthaare der Mystacialvibrissen verantwortlich.

Während andere Autoren, die den Bau von Tasthaaren bei Chiroptera untersuchten, der Muskulatur wenig Beachtung schenkten, beschrieb REDTEL (1873) bei *Rhinolophus hipposideros* Fasern der subkutanen Muskulatur, welche die Tasthaarwurzeln von basal umgreifen. Diese Verhältnisse treffen auch für die von mir untersuchte Familie der Vespertilionidae zu. Diese Muskelfasern setzen aber nie an den Haarbälgen an. Somit können die Tasthaare von Fledermäusen nicht einzeln bewegt werden, sondern alle Tasthaare einer Tasthaargruppe bewegen sich gleichzeitig, bei Kontraktion der subkutanen Muskulatur. Die meisten Wurzeln der sehr langen Tasthaare (*V. interramales*, *V. angulares*, *V. superciliares*) sind sogar im subkutanen Fettgewebe eingelagert und können bestenfalls durch Kontraktion der unter dem subkutanen Fettgewebe liegenden Muskulatur gesamthaft bewegt werden. Diese Tasthaare reagieren wahrscheinlich auf Berührungsreize, um Verletzungen am Kopf zu vermeiden (Kap. 4.1.2.a).

4.1.1.b) Tasthaardrüsen

A-Drüsen bei Tasthaaren fand bis anhin nur LING (1966) beim See-Elefanten in der äusseren Bindegewebsscheide.

Die hier beschriebenen a-Drüsen bei Lippentasthaaren unterscheiden sich in ihrem Bau und in ihrer Form nicht von entsprechenden Drüsen anderer Gesichtshaare. Da die meisten Autoren auffällige lange Tasthaare untersuch-

Von den untersuchten Arten nimmt *Myotis myotis* eine Sonderstellung ein. Sie besitzt an den Lippen ausserordentlich viele Tasthaare (z.B. 23 V. labii superiores und 19 V. submentales). Zusätzlich sind bei dieser Art auch sehr viele Tasthaare mit Talgdrüsen versehen. Der Kopf von *M. myotis* ist also mit sehr vielen Tasthaaren ausgestattet, was damit in Zusammenhang stehen könnte, dass diese Fledermausart ihre Beute nicht nur vom Boden aufliest, sondern diese sogar auf dem Boden sucht. Eigene Beobachtungen an gefangenen *M. myotis* zeigten, dass diese Tiere sogar Insekten finden, indem sie mit dem Kopf in Blättern und Zweigen wühlen.

Auf das hochspezialisierte Jagdverhalten von *M. myotis* wiesen KOLB (1953, 1959) und STUTZ (1985) hin. HAFFNER & ZISWILER (1985) vermuteten auf Grund integumentaler Strukturen an den Fusssohlen, dass *M. myotis* sogar dazu befähigt ist, ausdauernd am Boden zu gehen.

4.1.2.c) Funktion und Wurzelgrössen

Meine Resultate zeigen, dass bei den Vespertilionidae die durchschnittliche Wurzelgrösse der Tasthaare vorwiegend von der Kopf-Rumpf-Länge abhängt. Allerdings kann bei einzelnen Arten diese Korrelation gestört sein, was auf eine abweichende Funktionsweise der betreffenden Tasthaare hinweisen könnte.

Arten, die bei der Nahrungssuche mit dem Kopf in Berührung mit dem Umgebungssubstrat kommen, haben relativ zu ihrer Kopf-Rumpf-Länge kräftigere Tasthaare, ein Hinweis darauf, dass die Tasthaare dieser Fledermausarten mechanisch mehr beansprucht werden als diejenigen anderer Arten. Die kräftigen Tasthaare bei *Myotis myotis*, die wie eine Spitzmaus oder ein Igel mit dem Kopf am Boden ihre Nahrung sucht (4.1.2.a), bei *M. daubentoni* die knapp über der Wasseroberfläche jagt und bei *Plecotus auritus*, die im Rüttelflug Insekten von senkrechten Unterlagen abliest, erhärten diese Vermutung.

Andererseits ist die Wurzelgrösse ein Mass für die Tasthaarlänge. Lange Tasthaare sind für den Schutz bestimmter Kopfreionen verantwortlich, indem sie Informationen über den Abstand des Kopfes zu einem Hindernis geben können. Die Wurzelgrösse würde somit einen Hinweis dafür geben, welche Tasthaare für den Schutz der Kopfreion besonders wichtig sind. Je nachdem, welche Gesichtspartie mit den längsten Tasthaaren versehen ist, könnte somit auf die Lebensgewohnheiten der untersuchten Fledermäuse geschlossen werden.

Plecotus auritus und *P. austriacus* lesen ihre Beute im Rüttelflug vom Untergrund (Baumstämme, Felswände, Mauern) ab. BECK (in Vorb.) wies im Kot dieser zwei Arten sogar Ohrwürmer nach und vermutete deshalb, dass diese Fledermäuse auf dem Untergrund landen, um ihre Beute zu ergreifen. Die Schnauzenspitze kommt in Berührung mit der Unterlage, ob nun die Beute im Rüttelflug oder im Sitzen ergriffen wird. Bei diesen zwei Fledermausarten sind die grössten Tasthaarwurzeln in der ventralen Reihe der Mystacialvibrissen zu finden. Diese Tasthaare sind ventorostral abgebogen und schützen somit die ventrorostrale Schnauzenspitze vor mechanischer Beschädigung durch den Untergrund.

Die gleichen Verhältnisse bezüglich der grössten Tasthaarwurzeln sind bei *Myotis daubentoni* zu finden. Diese Fledermausart jagt ausdauernd knapp über der Wasseroberfläche, fängt fliegende Insekten und sogar solche, die auf der Wasseroberfläche sitzen. Auch diese Fledermausart ist somit auf eine besondere Kontrolle der ventrorostralen Kopfreion angewiesen.

Bei *Myotis myotis* finden sich die grössten Tasthaarwurzeln oberhalb der Augen. Da diese Fledermausart am Boden nach ihren Beuteinsekten sucht und somit mit dem ganzen Kopf regelmässig in Berührung mit der Umgebung kommt, ist eine besondere Kontrolle der Augenregion für diese Fledermausart wichtig.

Fledermäuse, die als Tages- und/oder Winterschlafquartiere enge Spalten wählen, sind ebenfalls auf einen speziellen Schutz der Augen angewiesen (*Pipistrellus pipistrellus*, *P. nathusii*, *P. kuhlii*, *P. savii*, *Nyctalus leisleri*, *Vespertilio murinus*), was auch bei *Myotis mystacinus*, *M. daubentoni* und *Eptesicus nilssonii*, bei welchen die Augentasthaarwurzeln sehr gross sind, zutreffen dürfte.

4.2. Gesichtsrüsen

HARRISON & DAVIES (1949) und SISK (1957) fanden keinen Sexualdimorphismus in der Ausbildung dieser Rüsen. Die Sekretion der a-Rüsen betrachteten KULZER et al. (1985) als "emotionales Schwitzen". JOHNSTON (1903) stellte für *Nyctalus noctula* einen "offensiven" Geruch in der Umgebung der Schlafbäume fest. STARCK (1982) bezeichnet die Funktion der Gesichtsrüsen als intra- und interspezifische olfaktorische Signalgeber auf Distanz. Innerhalb der Rüsenorgane, die Duftstoffe aussondern, wurden auch solche am Gesicht festgestellt, die im Sexualverhalten und in der Mutter-Kind-Beziehung eine Rolle spielen.

Die vorliegenden Resultate zeigen, dass sich die verschiedenen Gattungen der Vespertilionidae einerseits in der Histoarchitektur dieser Rüsen und andererseits in ihrer Anordnung unterscheiden.

4.2.1. Histoarchitektur der vergrösserten Talgrüsen

Die Resultate der vorliegenden Arbeit bestätigen einige Befunde von SCHAFFER (1940), der in seiner Arbeit über die Hautrüsenorgane der Säugetiere auch vier Vertreter der Vespertilionidae untersuchte.

Die Gattung *Myotis* zeichnet sich durch zwei riesige Talgrüsen auf jeder Gesichtshälfte aus. Im Gegensatz zu SCHAFFER (1940) fand ich bei *M. myotis* die näher bei der Unterlippe liegende Drüse extrem vergrössert, während die dorsale Drüse sehr klein ist.

Die riesigen Talgrüsen sind immer von quergestreifter subkutaner Muskulatur umgeben und das Sekret kann durch die Kontraktion dieser Muskeln ausgepresst werden. Die Presswirkung wird dadurch verstärkt, dass der kaudale Drüsenteil in die Muskulatur abgesenkt ist. Bei der Kontraktion der Muskeln entsteht ein ähnlicher Effekt wie beim Auspressen einer Tube. Bei den grösseren Myotisarten, *M. myotis* und *M. bechsteini*, deren kaudaler Drüsenteil sich in grosser Entfernung vom Ausführungsgang befindet, ist mehr als die Hälfte jeder Talgrüse in die Muskulatur abgesenkt, während bei kleinen Arten, *M. mystacinus* und *M. daubentoni*, die Absenkung des kaudalen Drüsendrittels zur Auspressung des Drüsensekretes genügt.

Neben dieser Muskulatur, die der Auspressung des Drüsensekretes dient, befindet sich an der Mündungsstelle am rostralen Drüsenende ein Haarpinsel. Das austretende Sekret sammelt sich in diesem Haarpinsel an und kann damit konzentriert und gezielt abgestreift werden (Kap. 4.2.4.).

Von den untersuchten Arten nimmt *Myotis myotis* eine Sonderstellung ein. Sie besitzt an den Lippen ausserordentlich viele Tasthaare (z.B. 23 V. labii superiores und 19 V. submentales). Zusätzlich sind bei dieser Art auch sehr viele Tasthaare mit Talgdrüsen versehen. Der Kopf von *M. myotis* ist also mit sehr vielen Tasthaaren ausgestattet, was damit in Zusammenhang stehen könnte, dass diese Fledermausart ihre Beute nicht nur vom Boden aufliest, sondern diese sogar auf dem Boden sucht. Eigene Beobachtungen an gefangenen *M. myotis* zeigten, dass diese Tiere sogar Insekten finden, indem sie mit dem Kopf in Blättern und Zweigen wühlen.

Auf das hochspezialisierte Jagdverhalten von *M. myotis* wiesen KOLB (1953, 1959) und STUTZ (1985) hin. HAFFNER & ZISWILER (1985) vermuteten auf Grund integumentaler Strukturen an den Fusssohlen, dass *M. myotis* sogar dazu befähigt ist, ausdauernd am Boden zu gehen.

4.1.2.c) Funktion und Wurzelgrössen

Meine Resultate zeigen, dass bei den Vespertilionidae die durchschnittliche Wurzelgrösse der Tasthaare vorwiegend von der Kopf-Rumpf-Länge abhängt. Allerdings kann bei einzelnen Arten diese Korrelation gestört sein, was auf eine abweichende Funktionsweise der betreffenden Tasthaare hinweisen könnte. Arten, die bei der Nahrungssuche mit dem Kopf in Berührung mit dem Umgebungssubstrat kommen, haben relativ zu ihrer Kopf-Rumpf-Länge kräftigere Tasthaare, ein Hinweis darauf, dass die Tasthaare dieser Fledermausarten mechanisch mehr beansprucht werden als diejenigen anderer Arten. Die kräftigen Tasthaare bei *Myotis myotis*, die wie eine Spitzmaus oder ein Igel mit dem Kopf am Boden ihre Nahrung sucht (4.1.2.a), bei *M. daubentoni* die knapp über der Wasseroberfläche jagt und bei *Plecotus auritus*, die im Rüttelflug Insekten von senkrechten Unterlagen abliest, erhärten diese Vermutung.

Andererseits ist die Wurzelgrösse ein Mass für die Tasthaarlänge. Lange Tasthaare sind für den Schutz bestimmter Kopfreionen verantwortlich, indem sie Informationen über den Abstand des Kopfes zu einem Hindernis geben können. Die Wurzelgrösse würde somit einen Hinweis dafür geben, welche Tasthaare für den Schutz der Kopfreion besonders wichtig sind. Je nachdem, welche Gesichtsparte mit den längsten Tasthaaren versehen ist, könnte somit auf die Lebensgewohnheiten der untersuchten Fledermäuse geschlossen werden.

Plecotus auritus und *P. austriacus* lesen ihre Beute im Rüttelflug vom Untergrund (Baumstämme, Felswände, Mauern) ab. BECK (in Vorb.) wies im Kot dieser zwei Arten sogar Ohrwürmer nach und vermutete deshalb, dass diese Fledermäuse auf dem Untergrund landen, um ihre Beute zu ergreifen. Die Schnauzenspitze kommt in Berührung mit der Unterlage, ob nun die Beute im Rüttelflug oder im Sitzen ergriffen wird. Bei diesen zwei Fledermausarten sind die grössten Tasthaarwurzeln in der ventralen Reihe der Mystacialvibrissen zu finden. Diese Tasthaare sind ventorostral abgebogen und schützen somit die ventorostrale Schnauzenspitze vor mechanischer Beschädigung durch den Untergrund.

Die gleichen Verhältnisse bezüglich der grössten Tasthaarwurzeln sind bei *Myotis daubentoni* zu finden. Diese Fledermausart jagt ausdauernd knapp über der Wasseroberfläche, fängt fliegende Insekten und sogar solche, die auf der Wasseroberfläche sitzen. Auch diese Fledermausart ist somit auf eine besondere Kontrolle der ventorostralen Kopfreion angewiesen.

Bei *Myotis myotis* finden sich die grössten Tasthaarwurzeln oberhalb der Augen. Da diese Fledermausart am Boden nach ihren Beuteinsekten sucht und somit mit dem ganzen Kopf regelmässig in Berührung mit der Umgebung kommt, ist eine besondere Kontrolle der Augenregion für diese Fledermausart wichtig.

Fledermäuse, die als Tages- und/oder Winterschlafquartiere enge Spalten wählen, sind ebenfalls auf einen speziellen Schutz der Augen angewiesen (*Pipistrellus pipistrellus*, *P. nathusii*, *P. kuhlii*, *P. savii*, *Nyctalus leisleri*, *Vespertilio murinus*), was auch bei *Myotis mystacinus*, *M. daubentoni* und *Eptesicus nilssoni*, bei welchen die Augentasthaarwurzeln sehr gross sind, zutreffen dürfte.

4.2. Gesichtsrüsen

HARRISON & DAVIES (1949) und SISK (1957) fanden keinen Sexualdimorphismus in der Ausbildung dieser Rüsen. Die Sekretion der a-Rüsen betrachteten KULZER et al. (1985) als "emotionales Schwitzen". JOHNSTON (1903) stellte für *Nyctalus noctula* einen "offensiven" Geruch in der Umgebung der Schlafbäume fest. STARCK (1982) bezeichnet die Funktion der Gesichtsrüsen als intra- und interspezifische olfaktorische Signalgeber auf Distanz. Innerhalb der Rüsenorgane, die Duftstoffe aussondern, wurden auch solche am Gesicht festgestellt, die im Sexualverhalten und in der Mutter-Kind-Beziehung eine Rolle spielen.

Die vorliegenden Resultate zeigen, dass sich die verschiedenen Gattungen der Vespertilionidae einerseits in der Histoarchitektur dieser Rüsen und andererseits in ihrer Anordnung unterscheiden.

4.2.1. Histoarchitektur der vergrösserten Talgdrüsen

Die Resultate der vorliegenden Arbeit bestätigen einige Befunde von SCHAFFER (1940), der in seiner Arbeit über die Hautdrüsenorgane der Säugetiere auch vier Vertreter der Vespertilionidae untersuchte.

Die Gattung *Myotis* zeichnet sich durch zwei riesige Talgdrüsen auf jeder Gesichtshälfte aus. Im Gegensatz zu SCHAFFER (1940) fand ich bei *M. myotis* die näher bei der Unterlippe liegende Drüse extrem vergrössert, während die dorsale Drüse sehr klein ist.

Die riesigen Talgdrüsen sind immer von quergestreifter subkutaner Muskulatur umgeben und das Sekret kann durch die Kontraktion dieser Muskeln ausgepresst werden. Die Presswirkung wird dadurch verstärkt, dass der kaudale Drüsenteil in die Muskulatur abgesenkt ist. Bei der Kontraktion der Muskeln entsteht ein ähnlicher Effekt wie beim Auspressen einer Tube. Bei den grösseren *Myotis*-arten, *M. myotis* und *M. bechsteini*, deren kaudaler Drüsenteil sich in grosser Entfernung vom Ausführungsgang befindet, ist mehr als die Hälfte jeder Talgdrüse in die Muskulatur abgesenkt, während bei kleinen Arten, *M. mystacinus* und *M. daubentoni*, die Absenkung des kaudalen Drüsendrüssels zur Auspressung des Drüsensekretes genügt.

Neben dieser Muskulatur, die der Auspressung des Drüsensekretes dient, befindet sich an der Mündungsstelle am rostralen Drüsenende ein Haarpinsel. Das austretende Sekret sammelt sich in diesem Haarpinsel an und kann damit konzentriert und gezielt abgestreift werden (Kap. 4.2.4.).

Die Gattungen *Pipistrellus*, *Nyctalus*, *Eptesicus*, *Vespertilo* und *Plecotus* weisen auf jeder Gesichtshälfte mehr als zehn vergrößerte Talgdrüsen auf, deren Mündungen teilweise regelmässig angeordnet sind. Die zwei kaudalen Talgdrüsen sind bei diesen Gattungen am grössten und decken den kaudalen Gesichtsbereich zwischen den kaudalen V. mystaciales und dem Auge ab. Auch bei diesen Gattungen sind die Talgdrüsen von quergestreifter subkutaner Muskulatur umgeben und eine Verstärkung der Auspresswirkung des Sekretes wird dadurch erreicht, dass der kaudale Drüsenteil in diese Muskulatur abgesenkt ist. Bei den Gattungen *Pipistrellus* und *Plecotus* sind die Talgdrüsen auf ihrer ganzen Länge nur von der Muskulatur umgeben und nicht in diese abgesenkt. Da diese Gattungen zahlreiche vergrößerte Talgdrüsen haben, sind die grössten im Vergleich zu denjenigen der kleinen Myotisarten kleiner und somit könnte die Sekretausspressung durch umgebende Muskelfasern bereits gewährleistet sein.

Alle fünf Gattungen weisen keine Pinsel an den Mündungstellen der Talgdrüsen auf. Mit der Aufgabelung der Ausführungsgänge wurde jedoch ein ähnlicher Sekretsammel- und Verteilungseffekt erreicht wie bei den Myotisarten mit dem Pinsel.

4.2.2. Histoarchitektur der a-Drüsen

Mit der Histoarchitektur von a-Drüsen beschäftigten sich ausführlich SCHAFFER (1940), SISK (1957) und KULZER et al. (1985). KULZER et al. (1985) untersuchten *Rhinopoma hardwickei cystops* und fanden mäander- oder knäuelartig angeordnete a-Drüsen, die meist neben einem Haar mündeten. SISK (1957) untersuchte einen Vertreter der Vespertilionidae (*Myotis lucifugus lucifugus*) und beschrieb säckchenförmige Schweißdrüsen, die neben Haaren ausmünden. SCHAFFER (1940), der vier Vertreter der Vespertilionidae untersuchte, erwähnt bei den beiden Myotisarten a-Drüsenampullen, bei *N. noctula* verästelte gewundene Schläuche und bei *E. serotinus* schlauchförmige a-Drüsen.

Alle monoptychen Drüsen, die in dieser Arbeit gefunden wurden, mündeten entweder in einen Haarschaft oder direkt neben diesem an der Hautoberfläche. Dadurch sind diese Drüsen immer mit Haaren vergesellschaftet.

An diesen Drüsen konnte ein Ausführungsgang und ein sezernierender Teil unterschieden werden. Ein sekretspeichernder Drüsenteil, wie ihn KULZER et al. (1985) beschrieben hat, konnte ich bei den von mir untersuchten Vespertilionidae nicht nachweisen. Einzig der dehnbare Uebergang vom sezernierenden Drüsenteil zum Ausführungsgang bei den Plecotusarten könnte als Sekretspeicher betrachtet werden. Im Gegensatz zu SISK (1957) und KULZER et al. (1985) habe ich mehrere Gattungen miteinander verglichen und fand Unterschiede in der Form des sezernierenden Drüsenteiles.

SCHAFFER (1940) bezeichnet die säckchenförmigen apokrinen Drüsen der Fledermäuse als primitiv, da solche Drüsenformen in der Ontogenese anderer Säugetiere und des Menschen vorübergehend auftreten. Die in der vorliegenden Arbeit beschriebenen sezernierenden Drüsenteile können von der Form eines einfachen Säckleins bis hin zu einem eng geknäuelten Schlauch alle Uebergangsformen aufweisen. Auffällig ist, dass die Gattungen *Myotis* und *Plecotus* eher einfache Drüsenformen aufweisen, während die Gattungen *Pipi-*

strellus, *Nyctalus*, und *Vespertilio* kompliziert gewundene Drüsen haben. Die zwei Vertreter der Gattung *Eptesicus* haben jedoch sehr unterschiedliche Drüsenformen. Während *E. nilssoni* ausschliesslich säckchenförmige a-Drüsen aufweist, kommen bei *E. serotinus* zusätzlich gewundene Schläuche vor. Diese Tatsache zeigt auf, dass man mit phylogenetischen Schlüssen bezüglich der Formen dieser Drüsen eher vorsichtig sein sollte. Ontogenetische Untersuchungen wären nötig, um die Form der Drüsen als ursprünglich respektive abgeleitet werten zu können.

4.2.3. Die Aktivität der a-Drüsen

SISK (1957) wies in den sezernierenden Zellen der a-Drüsen von *Myotis lucifugus lucifugus* Glykogen nach. Während im Winter und im Frühling diese Zellen kein Glykogen enthalten, sind im Sommer ganze Klümpchen dieser Substanz vorhanden. Die Autorin findet jedoch im Sommer grosse Unterschiede in der Menge Glykogen in den einzelnen Zellen auch innerhalb einer Drüse. Sie schliesst daraus, dass die a-Drüsen im Sommer die grösste Aktivität aufweisen und diese Aktivität anfangs Winter abzunehmen beginnt.

Die vorliegenden Resultate zeigen, dass a-Drüsen mit ausschliesslich niedrigen Zellen von August bis März vorkommen, während solche mit nur hochprismatischen Zellen von April bis Oktober vorhanden sind. Man kann damit annehmen, dass die Zellform und -grösse in den a-Drüsen korreliert sind mit der Sekretionsaktivität und der Menge der gespeicherten Sekrete. Bei gleichbleibender Breite sind mit Sekret prall gefüllte Zellen hochprismatisch, während solche mit wenig Sekret niedrig sind. Damit steht fest, dass sich die Aktivität der a-Drüsen saisonal ändert. Im Winterschlaf dürften diese Drüsen weitgehend ruhen, während sie in den Sommermonaten aktiv sind. Da die a-Drüsen Duftsekret produzieren (STARCK 1982), erscheint dieser Sachverhalt sinnvoll.

4.2.4. Funktion

Viele terrestrische Säugetiere haben spezielle Drüsenorgane entwickelt, die der Duftmarkierung dienen. Auch bei Vertretern der Fledermäuse wurden Duftorgane nachgewiesen. BRADBURY & EMMONS (1974) untersuchten die Armtaschen von *Sarcopteryx bilineata* und fanden heraus, dass die Männchen ihr Jagdgebiet im Flug markieren, indem sie Sekret aus diesen Armtaschen abwerfen und dass sie auch ihre Weibchen mit diesem Sekret bestreichen. SCHAFFER (1940) stellte bei Vertretern der Vespertilionidae neben den Circumanaldrüsen nur im Gesicht einen auffälligen Reichtum an vergrösserten Drüsen fest.

Viele der gefundenen und in den Kapiteln 4.2.1. und 4.2.2. diskutierten Resultate deuten darauf hin, dass es sich bei den Gesichtsdrüsen der untersuchten Vespertilionidae um Duftdrüsen handeln könnte. Das Talgsekret wird durch die Kontraktion der subkutanen Muskulatur ausgepresst und bei der Gattung *Myotis* im Haarpinzel gesammelt, bei den anderen Gattungen wird diese Sekretkonzentration durch die Aufgabelung der Ausführgänge erreicht. Der Pinzel bei den *Myotis*-arten und die Ausführgänge der anderen Gattungen befinden sich immer im Bereich der Schnauzentasthaare, in einem Gesichtsbereich also, der mit speziellen Organen, die auf Berührungsreize reagieren, ausgerüstet ist. Das heisst, dass das Talgdrüsensekret ausgepresst und angesam-

melt wird und gezielt verstrichen werden kann. SISK (1957) wies bei *Myotis lucifugus lucifugus* nach, dass die a-Drüsen dicht um die Talgdrüsen angeordnet sind und Duftsekret produzieren. Auch bei den von mir untersuchten Fledermäusen sind die Talgdrüsen von dichtstehenden a-Drüsen umgeben. Hinzu kommt, dass diese a-Drüsen im Winter weniger aktiv sind als im Sommer. Somit kann angenommen werden, dass die a-Drüsen Duftstoffe produzieren.

All diese Tatsachen deuten darauf hin, dass diese zwei Drüsentypen (Talgdrüsen und a-Drüsen) gemeinsam im Sinne von STARCK (1982) als Duftdrüsen wirken. Er fand, dass das Talgsekret als Trägersubstanz für Duftstoffe aus den a-Drüsen dient, oder erst im Zusammenwirken mit diesen wirksam wird.

Nun stellt sich die Frage, wo und wie fliegende Säugetiere Duftsekrete einsetzen können. Orte, an denen Duftstoffe eingesetzt werden können, sind das Jagdgebiet sowie das Tages- und das Winterschlafquartier.

Im Tagesschlafquartier können der Hangplatz und von den Weibchen die Jungtiere mit Sekret bestrichen werden. Von einigen Arten weiss man, dass Muttertiere ihre eigenen Jungen unter anderem am Geruch erkennen, doch müsste abgeklärt werden, ob dieser Geruch vom Jungtier allein oder vom mütterlichen Sekret oder von beidem stammt. Dass bei den untersuchten nicht flüggen Jungtieren von *Myotis myotis* das zentrale Drüsenhaar bedeutend länger ist als die Pinselhaare, weist jedenfalls darauf hin, dass die Jungen selber diese Drüsen noch nicht oder mindestens nicht im gleichen Ausmass wie die Erwachsenen einsetzen. Bei den erwachsenen Tieren ist dieses Haar nicht länger als die umstehenden Pinselhaare, da es bei der Sekretauftragung mechanisch abgenutzt wird. Ferner ist bekannt, dass sich die Männchen von *M. myotis* im Sommerquartier territorial verhalten. Ob die Hangplätze dieser Fledermausart, die oft speckig-glänzend und dunkel verfärbt sind, mit Drüsensekret der Gesichtsdrüsen eingerieben werden, müsste abgeklärt werden.

Im Jagdgebiet hat vor allem der Bodenjäger, *M. myotis*, Gelegenheit, Drüsensekret an Objekten abzustreifen.

Bei allen anderen Myotisarten sind die vier riesigen Talgdrüsen am Oberkiefer gleich gross. Bei *M. myotis* hingegen sind die dorsalen Talgdrüsen des Oberkiefers ganz klein und die ventralen dafür umso grösser. Somit kann mit dem Pinsel oberhalb der Oberlippe mehr Sekret verstrichen werden, als mit dem darüberliegenden. Da dieser Gesichtsbereich auch eher in Kontakt mit Bodenstrukturen kommt, darf angenommen werden, dass *M. myotis* in der Lage ist, den Bodenbereich, den sie bejagt, zu markieren.

Die anderen Fledermausarten, die hauptsächlich im Flug jagen, kommen bei ihrer nächtlichen Jagd selten mit Tieren in Kontakt, die sich wie sie von Insekten ernähren. Die Jagdgebiete von *M. myotis* hingegen dürften auch von anderen terrestrischen Säugetieren, die sich von Insekten ernähren (z.B. *Soricidae*), bejagt werden. Somit ist denkbar, dass *M. myotis* ihr Jagdgebiet nicht nur zur olfaktorischen Kommunikation mit Artgenossen, sondern, falls eine interspezifische Nahrungskonkurrenz existiert, auch zur Kommunikation mit Vertretern anderer Säugetierordnungen markiert.

Bei in der Luft jagenden Vespertilionidae, die während der Jagd keine Gelegenheit zur Duftmarkierung von festen Gegenständen haben, stellt sich die Frage, ob und wie diese Fledermäuse ihr Jagdgebiet markieren. Es wird vermutet, dass die Flughäute mit dem Sekret der Gesichtsdrüsen eingefettet werden (TOLDT 1907, PORTA 1910, EISENTRAUT 1937, MEISE 1951,

NATUSCHKE 1960). SCHAFFER (1940) stellt diese Annahme allerdings in Frage, da in der Flughaut reichlich Talgdrüsen vorhanden sind, die zur Einfettung dieser Haut genügen sollten. MATHIS (1929) konnte ein solches Einfetten der Flughäute mit den Gesichtsdrüsen an den von ihm in Gefangenschaft gehaltenen Fledermausarten nicht nachweisen.

Talgsekret wird durch die subkutane Muskulatur ausgepresst, in speziellen Strukturen angesammelt und gezielt verstrichen. Selbst wenn sich die Pflege der Flughäute auf das Reinigen mit der Zunge beschränkt, drücken die Tiere ihre Schnauze dabei in die Flughaut, wobei die Lippen und die Schnauzenregion intensiv bewegt werden. Dadurch wird unweigerlich Sekret der Gesichtsdrüsen auf die Flughäute verstrichen.

Es ist daher durchaus vorstellbar, dass der Luftraum, der von jagenden Fledermäusen befliegen wird, von den mit Duftsekret bestrichenen Flügeln, die wie "Duftfächer" wirken, markiert wird. In Nächten mit hoher Luftfeuchtigkeit lässt sich jedenfalls in Jagdgebieten von *N. noctula* der markante Geruch der Tiere noch feststellen, wenn diese schon längst wieder in ihrem Quartier sind. Biochemische Untersuchungen über die Zusammensetzung des Drüsensekretes beider Drüsentypen wären von grossem Nutzen zur Prüfung dieser Hypothese.

4.3. Tasthaare als diagnostisches Merkmal

Bei allen untersuchten Vespertilionidae sind die gleichen sechs Tasthaargruppen (*V. mystaciales*, *V. superciliares*, *V. labii superiores*, *V. submentales*, *V. interramales* und *V. angulares*) vorhanden. Es zeigte sich, dass die Verteilung und Anzahl der Tasthaare innerhalb der Tasthaargruppen als Merkmale zur Diagnostizierung der einzelnen Gattungen und Arten benutzt werden kann.

4.3.1. Merkmale zur Diagnostizierung von Gattungen

Gut trennende Merkmale zur Unterscheidung der drei Gattungen *Myotis*, *Eptesicus* und *Plecotus* sind die Anzahl und Verteilung der langen Tasthaare oberhalb der Augen (*V. superciliares*) und auf der Schnauze (*V. mystaciales*). Die Anzahl *V. superciliares* trennt die Gattung *Myotis* mit einer *V. superciliares* von allen anderen Gattungen ab.

Die *V. interramales* auf der Kinnmitte sind zwar gut erkennbar, da jedoch alle Fledermausarten zwei solche Tasthaare aufweisen, kann das Merkmal Anzahl *V. interramales* nicht zur Diagnostizierung verwendet werden.

Die drei Gattungen *Pipistrellus*, *Nyctalus* und *Vespertilio* weisen auf jeder Gesichtshälfte sieben *V. mystaciales* auf, die identisch angeordnet sind und stimmen auch in den Merkmalen Anzahl *V. superciliares* und *V. angulares* überein. Deshalb müssen zur Diagnostizierung dieser Gattungen auf die Merkmale Anordnung und Anzahl der *V. labii superiores* und *V. submentales* zurückgegriffen werden. Da diese Tasthaare sehr kurz sind und nicht mit der Lupe von anderen Gesichtshaaren unterschieden werden können, setzt die Diagnostizierung dieser Gattungen histologische Untersuchungen voraus. Die Gattung *Pipistrellus* weist drei oder vier *V. labii superiores* auf, während die Gattungen *Nyctalus* und *Vespertilio* mehr als vier *V. labii superiores* besitzen.

4.3.2. Merkmale zur Diagnostizierung von Arten

Artbestimmungen innerhalb der einzelnen Gattungen sind im allgemeinen auf Grund der Anzahl und Anordnung der V. labii superiores und V. submentales möglich. Die Lokalisation dieser kurzen Tasthaare beruht auf histologischen Untersuchungen.

Eine Ausnahme stellt die Gattung *Myotis* dar, bei der die Anzahl V. angulares die vier histologisch untersuchten Arten in zwei Gruppen (*M. mystacinus* und *M. daubentoni* respektive *M. bechsteini* und *M. myotis*) teilt. Die V. angulares können von bloßem Auge gezählt werden, da sie sehr lang sind und je aus einem Hautwulst wachsen. Die einzelnen Arten innerhalb der zwei Gruppen können jedoch nur anhand der Anzahl der V. labii superiores und Anzahl der V. submentales bestimmt werden. *M. mystacinus* hat vier V. labii superiores und höchstens dreizehn V. submentales, während *M. daubentoni* mehr als vier V. labii superiores und mehr als dreizehn V. submentales aufweist. *M. bechsteini* hat weniger als 13 V. labii superiores und weniger als 25 V. submentales, während *M. myotis* in beiden Tasthaargruppen mehr Tasthaare hat.

Innerhalb der Gattung *Pipistrellus* konnten nicht alle Arten auf Grund dieser Merkmale getrennt werden. Die Diagnostizierung von *P. savii* stellt eine Ausnahme dar. Diese Fledermausart nimmt bezüglich der Topographie und Anzahl der Mystacialvibrissen innerhalb der Gattung *Pipistrellus* eine Sonderstellung ein. Diese Tatsache unterstützt das Postulat von HORACEK & HANAK (1986), die Art zusammen mit anderen *Pipistrellus*-Arten, die Affinitäten zur Gattung *Eptesicus* aufweisen, in einer neuen Gattung *Hypsugo* zu vereinigen. *P. savii* hat nämlich vier Tasthaarreihen wie die Vertreter der Gattung *Pipistrellus*, jedoch fünf Tasthaare wie die Gattung *Eptesicus*. *P. kuhli* kann auf Grund des Merkmales Anzahl V. labii superiores (vier V. labii superiores) von den zwei Arten *P. pipistrellus* und *P. nathusii* (je drei V. labii superiores) unterschieden werden. Die zwei Arten *P. pipistrellus* und *P. nathusii* können jedoch nicht auf Grund der Merkmale Anzahl und Anordnung der Tasthaare eindeutig diagnostiziert werden. Die Unterscheidung dieser zwei Arten beruht auf dem Merkmal Vorhandensein (*P. pipistrellus*) oder Fehlen (*P. nathusii*) von a-Drüsen in den Hautwulsten der V. interramales und der V. superciliares.

Innerhalb der Gattung *Nyctalus* können die Arten *N. noctula* von *N. leisleri* auf Grund der Anzahl V. labii superiores getrennt werden. *N. noctula* besitzt mehr als sechs V. labii superiores, während *N. leisleri* weniger als sechs V. labii superiores aufweist. *N. leisleri* und *V. murinus*, zwei Arten aus zwei verschiedenen Gattungen, unterscheiden sich in den Merkmalen Anzahl der V. submentales. Bei beiden Arten stehen diese Tasthaare in zwei Reihen, in der Reihe nahe der Unterlippe weist *N. leisleri* ein oder zwei Tasthaare auf, während *V. murinus* dort drei Tasthaare besitzt.

Die beiden *Plecotus*-Arten trennt das Mass Abstand der Mystacialvibrisse 1.1 zum kaudalen Nasenlochrand. Es konnte gezeigt werden, dass dieses Merkmal zur Diagnostizierung von Jährlingen und erwachsenen Tieren verwendet werden kann.

Der vorliegende Bestimmungsschlüssel (Tab. 3) ist neben der Diagnostizierung von erwachsenen Fledermäusen auch bei der Artbestimmung von Jungtieren nützlich, da diese noch nicht anhand von Zahnmerkmalen und Körpermassen,

den üblichen in der Fledermaustaxonomie verwendeten Merkmalen, ihrer Art zugeordnet werden können.

4.3.3. Zur Diagnostizierung anderer Familien der Chiroptera

In der Anordnung und Anzahl von Facialvibrissen wurden Merkmale gefunden, mit denen einzelne Fledermausgattungen bzw. -arten diagnostiziert werden können. Die Merkmale konnten zusammen mit der Grobmorphologie und Histoarchitektur der Hautorgane in Beziehung zu den unterschiedlichen Lebensweisen der einzelnen Arten gesetzt werden. Alle untersuchten Vespertilionidae kommen auf engstem geographischem Raum, z.B. der Schweiz, nebeneinander vor und es wird allgemein angenommen, dass sie sich in ganz verschiedenen Richtungen bezüglich Beutespektrum, Beuteerwerb und Quartierwahl spezialisiert haben. Es wäre interessant, in anderen geographischen Regionen zu untersuchen, ob innerhalb anderer Familien der Chiroptera eine ähnliche Radiation stattfand, und ob sich diese Radiation mit der Topographie, Anzahl, Morphologie und Histoarchitektur der Hautorgane im Gesicht in Beziehung setzen lässt.

5. ZUSAMMENFASSUNG

Die Chiroptera, Fledertiere, neben den Rodentia die artenreichste Säugetierordnung, sind die einzigen rezenten Säugetiere, die zum aktiven Flug befähigt sind. In der Schweiz stellt diese Ordnung rund einen Drittel der Säugetierarten und weist sich durch eine vielfältige Diversifikation bezüglich Jagdstrategie, Nahrungszusammensetzung, Quartierwahl und sozialem Verhalten aus.

Das kraniale Integument von 137 Individuen aus 16 Arten (5 Gattungen) der Familie der Vespertilionidae wurde grobmorphologisch und histologisch untersucht. Anhand von Serienzeichnungen von gefärbten Paraffinschnitten konnte die Anzahl und die Anordnung der Tasthaare erfasst und die Morphologie der einzelnen Hautorgane dreidimensional rekonstruiert werden.

Die untersuchten Fledermausarten zeichnen sich durch eine geringe Anzahl Gesichtstasthaare aus. Die Anzahl Tasthaare konnte wahrscheinlich mit dem Erreichen der Flugfähigkeit reduziert werden. Die Befunde, dass die Fledermaustasthaare im wesentlichen die gleiche Anordnung und Morphologie wie die Tasthaare anderer Säugetiere aufweisen und dass *Myotis myotis*, eine auf dem Boden jagende Fledermausart, relativ viele Tasthaare besitzt, erhärten diese Annahme.

Bei allen untersuchten Fledermausarten kommen sechs Tasthaargruppen an definierten Kopfparten vor. Diese Tasthaargruppen unterscheiden sich in der Anordnung, Anzahl und Länge und in der Morphologie der Tasthaare. Die *Vibrissae interramales*, *V. angulares*, *V. superciliares* und einige *V. mystaciales* und *V. submentales* sind sehr lang und bieten den betreffenden Kopfregionen einen Schutz, indem sie den Abstand des Kopfes zum Substrat kontrollieren. Die kurzen, äusserlich nicht von den übrigen Gesichtshaaren unterscheidbaren Tasthaare an den Lippenrändern spielen beim Packen und Verarbeiten der Beuteinsekten eine Rolle. Diese Tasthaare besitzen oftmals Talgdrüsen, deren Sekret sie vor mechanischer Beschädigung beim Bearbeiten harter Chitinteile schützt. Anhand der Struktur und der Topographie der Talgdrüsen konnten die Lippentasthaare in acht Typen aufgeteilt werden. Erstmals wurden an Tasthaaren a-Drüsen beschrieben, wie sie bei Körperhaaren allgemein bekannt sind.

Die einzelnen Fledermausarten unterscheiden sich in der Anordnung, Anzahl, Länge und Morphologie der Tasthaare innerhalb bestimmter Tasthaargruppen. Arten, die bei der Nahrungssuche in Kontakt mit Substraten kommen, haben besonders kräftige Tasthaare. *Myotis myotis* besitzt nicht nur die meisten Tasthaare, sondern auch die meisten mit Talgdrüsen ausgestatteten Tasthaare. Diese Befunde deuten darauf hin, dass diese Fledermausart bei der Nahrungssuche auf dem Boden mit ihrem Kopf oft in Berührung mit Objekten kommt.

Als Drüsenhaare werden borstenähnliche Haare bezeichnet, die extrem vergrösserte Talgdrüsen besitzen und an bestimmten Gesichtsparten auftreten. Gattungsspezifische Unterschiede wurden bei der Anordnung und Morphologie dieser Drüsenhaare festgestellt. Während jede Gesichtshälfte der Gattung *Myotis* von den Talgdrüsen zweier Drüsenhaare eingenommen wird, sind bei den anderen Gattungen die Talgdrüsen mehrerer Drüsenhaare beteiligt. Der bei der Gattung *Myotis* am Ausführungsgang dieser Talgdrüsen ausgebildete Haarpinsel und die aufgegebenen Ausführungsgänge der Talgdrüsen der anderen Gattungen befinden sich im Schnauzenbereich. Dieser Gesichtsbereich ist mit

Tasthaaren, auf Berührungsreize reagierende Organe, ausgerüstet, was darauf hindeutet, dass das Sekret dieser Drüsen gezielt abgestrichen werden kann. Bei Arten mit besonders grossen Talgdrüsen befinden sich die vom Ausführungsgang weit entfernt liegenden Drüsenteile in der subkutanen Muskulatur. Bei Kontraktion dieser Muskulatur entsteht ein ähnlicher Effekt wie beim Auspressen einer Tube.

Die vergrösserten a-Drüsen konnten auf Grund der unterschiedlichen Form des sezernierenden Drüsenteils in fünf Typen aufgeteilt werden. Eine Fledermausart kann mehrere dieser Drüsentypen besitzen, doch unterscheiden sich die Gattungen in der Kombination dieser Typen. Die Sekretproduktion der a-Drüsen ändert während des Jahres, was sich in der unterschiedlichen Zellhöhe bei gleichbleibender Zellbreite ausdrückt. Im Winter kommen Drüsen mit niedrigen Zellen vor, während im Sommer solche mit hochprismatischen Zellen überwiegen.

Diese Befunde deuten darauf hin, dass die Talgdrüsen und die a-Drüsen gemeinsam im Sinne von STARCK (1982) als Duftdrüsen wirken. Fledermausarten können Duftsekrete im Quartier oder bei der Jagd einsetzen. Die mit Duftstoffen bestrichenen Flügel wirken im Flug als Duftfächer. Die Verhältnisse bei *Myotis myotis*, deren Gesichtshaut hauptsächlich durch die riesigen ventralen Talgdrüsen ausgefüllt ist, während die dorsalen Talgdrüsen sehr klein sind, deuten darauf hin, dass diese Fledermausart ihr Jagdgebiet am Boden markiert.

Auf Grund der Verteilung und Anzahl der Tasthaare der Tasthaargruppen konnte ein Bestimmungsschlüssel auf Artniveau erstellt werden. Diese Merkmale konnten zusammen mit der Grobmorphologie und Histoarchitektur der Hautorgane in Beziehung zu den unterschiedlichen Lebensweisen gesetzt werden und leisten somit einen Beitrag zum Verständnis der Radiation dieser auf engstem geographischem Raum vorkommenden Fledermausarten.

6. LITERATUR

- ALLEN, G.M. (1940): Bats. Cambridge, Mass., Harvard Univ. Press.
- BECK, A. (in Vorb.): Beitrag zur Ernährung einheimischer Fledermausarten. Diplomarbeit, Universität Zürich.
- BISHOP, A.S. (1943): Nota acerca de las terminaciones nerviosas de los pelos tactiles o cavernosos de dos especies de murcielagos. An.Inst.Biol.Univ.Nac.Auton.Mex.14: 291-301.
- BOTEZAT, E. (1897): Die Nerven an den Tasthaaren der Säugetiere. Arch.Mikrosk.Anat.50: 142-169.
- BRADBURY, J.W. and L.H. EMMONS (1974): Social organization in some Trinidad bats. I. Emballonuridae. Z.Tierpsychol.36: 137-183.
- CORBET, G.B. (1978): The mammals of the Palaearctic Region: a taxonomic review. London and Ithaca, Brit.Mus., Cornell Univ.: 314p.
- DALQUEST, W.W. (1950): The genera of the chiropteran family Natalidae. J.Mammal.31: 436-443.
- DALQUEST, W.W. and H.J. WERNER (1954): Histological aspects of the faces of North American bats. J.Mammal.35: 147-160.
- DALQUEST, W.W., H.J. WERNER and J.H. ROBERTS (1952): The facial glands of a fruit eating bat, *Artibeus jamaicensis* Leach. J. Mammal.33(1): 102-103.
- DAVIS, D.E. and C.F. HERREID (1960): Comments on the odors of bats. J.Mammal.41: 396.
- DIETL, M.J. (1871): Untersuchungen über Tasthaare. I. Der anatomische Bau. Sitzungsber.K.Akad.d.Wiss.Wien,64,Abt.1.,Juni 1871: 62-76.
- DOBSON, G.C. (1878): Catalogue of the Chiroptera. London: Taylor & Francis.
- DUN, R.B. (1958): Growth of the mouse coat. VI. Distribution and number of vibrissae in the house mouse. Aust.J.biol.Sci.2: 95-105.
- DWYER, P.D. (1966): Observations on *Chalinolobus dwyeri* (Chiroptera: Vespertilionidae) in Australia. J.Mammal.47: 716-718.
- DYKES, R.W. (1975): What the seal's vibrissae tell the seal's brain. Proc.a Conf.biol.Sonar diving Mamm.9,1972: 123-136.
- EGGERMANN, M. (1919): Ueber die Entwicklung der Sinushaare des Schweines. Diss.Zürich.
- EISENTRAUT, M. (1937): Die deutschen Fledermausarten, ihre Kennzeichen und ihr Vorkommen. Verlag P.Schäps, Leipzig.
- FENTON, M.B. (1985): Communication in the Chiroptera. Indiana University Press, Bloomington.
- FREDERIC, I. (1905): Untersuchungen über die Sinushaare der Affen, nebst Bemerkungen über die Augenbrauen und den Schnurrbart des Menschen. Z.morph.Anthrop.8: 239-275.
- FREDERIC, I. (1906): Nachtrag zu den "Untersuchungen über die Sinushaare der Affen". Z.morph.Anthrop.9: 327-330.
- GARRETT, M.H. (1966): Sensory hairs in bats. J.Tenn.Acad.Sci.41: 65.
- GEGENBAUR, C. (1851): Untersuchungen über die Tasthaare einiger Säugetiere. Z.wiss.Zool.3: 13-26.
- GEGENBAUR, C. (1898): Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. Leipzig, 1.
- GIERSBERG, H. and P. RIETSCHEL (1967): Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. Integument, Sinnesorgane, Nervensystem. Jena.
- GOLDSCHMID-LANGE, U. (1976): Ueber die morphologischen Unterschiede im Aufbau der facialem Vibrissen einiger Säugetierarten. Zool.Anz.196(5-6): 417-427.

- GUSTAVSON, J.W. and L. SHERRY (1977): Behavioral and neural approaches to the function of the mystacial vibrissae. *Psychol. Bull.* 84(3): 477-488.
- HAACKE, W. (1890): Ueber die systematische und morphologische Bedeutung bisher ungeachtet gebliebener Borsten am Säugetierkopf. *Senkenbergische Naturforschende Ges.*, 1980: 175.
- HAFFNER, M. & V. ZISWILER (1985): Histologische Untersuchungen am Integument der Füße mitteleuropäischer Fledermausarten (Mammalia, Chiroptera). *Rev.suisse Zool.*, 92/4: 857-862.
- HANDLEY, C.O. (1959): A revision of American bats of the genera *Euderma* and *Plecotus*. *Proc.U.S.Nat.Mus.*, 110: 95-247.
- HARRISON, D.L. (1964): Some systematic and anatomical observations on the formosan tailless leaf-nosed bat, *Coelops frithi formosanus* Horikawa 1928. *Mammalia* 28: 88-93.
- HARRISON, D.L. and D.V. DAVIES (1949): A note on some epithelial structures in Microchiroptera. *Proc.Zool.Soc.London* 119: 351-357.
- HORACEK, I. and V. HANAK (1986): Generic status of *Pipistrellus savii* and comments on classification of the genus *Pipistrellus* (Chiroptera, Vespertilionidae). *Myotis*, 23-24: 9-16.
- HYVAERINEN, H. (1972): On the Histology and Histochemistry of the Snout and Vibrissae of the Common Shrew (*Sorex araneus* L.). *Zeitsch.Zellforsch.mikrosk.Anat.* 124(4): 445-453.
- JOHNSTON, H. (1903): *British Mammals*. London, Hutchinson.
- KOLB, A. (1953): Biologische Beobachtungen an Fledermäusen. *Säugetierk.Mitt.* 2(2): 15-26.
- KOLB, A. (1959): Ueber die Nahrungsaufnahme einheimischer Fledermäuse vom Boden. *Zool.Anz.*, 22: 162-168.
- KRATOCHVIL, J. (1966): Vibrissenfeld der Art *Dolomys bogdanovi* (V.et E.Martino, 1922). *Zool.Listy* 15: 373-380.
- KRATOCHVIL, J. (1968): Das Vibrissenfeld der europäischen Arten der Gattung *Apodemus* Kaup, 1829. *Zool.Listy* 17: 193-209.
- KRAUSE, W. (1861): *Anatomische Untersuchungen*. Hannover, Hahnsche Buchhandlung.
- KSJUNIN, P. (1902): Ueber das elastische Gewebe und die Blutgefäße der Sinushaare. *Nachricht.Kaiserl.Univ.Tomsk*. XIX.
- KULZER, E., I. HELMY und G. NECKER (1984): Ueber eine Fledermaus die "schwitzt". Untersuchungen an der ägyptischen Mausschwanzfledermaus *Rhinopoma hardwickei*. 58. Hauptvers. Dt. Ges. Säugetierk.: 33.
- KULZER, E., I. HELMY und G. NECKER (1985): Untersuchungen über die Drüsen der Gesichtsregion der ägyptischen Mausschwanzfledermaus *Rhinopoma hardwickei* cystops Thomas, 1903. *Zeitsch.f.Säugetierk.* 50(2): 1-57.
- LEYDIG, F. (1857): *Lehrbuch der Histologie*. Frankfurt a.M.
- LEYDIG, F. (1859): Ueber die äusseren Bedeckungen der Säugetiere. *A.Anat.Phys.reichert u. Du Bois-Reymond*: 677-747.
- LING, J.K. (1966): The skin and hair of the southern elephant seal, *Mirounga leonina* (Linn.). 1. The facial vibrissae. *Aust. J.Zool.* 14: 855-866.
- LING, J.K. (1972): Vibrissa follicles of the Ross seal. *Bull.Br. Antarct.Surv.* 27: 19-24.
- LOEWE, (1878): Bemerkungen zur Anatomie der Tasthaare. *Arch.f. mikrosk.Anat.* XV.
- LYNE, A.G. (1959): The systematic and adaptive significance of the vibrissae in the Marsupialia. *Proc.zool.Soc.Lond.* 133: 79-133.

- MADKOUR, G.A. (1962): The structure of the facial area in the mouse-tailed bat, *Rhinopoma hardwickei* cystops, Thomas. Bull. Zool.Soc.Egypt 16(1961): 50-54.
- MAINOYA, J.R. and K.M. HOWELL (1977): Histology of the frontal sac in three species of leafnosed bats (Hipposiderae). E.Afr. Wildl., 15: 147-155.
- MATHIS, J. (1929): Vom Leben der gemeinen Fledermaus. Z.Morph. Oekol.d.Tiere, 13: 706-721.
- MAURER, F. (1915): Grundzüge der vergleichenden Gewebelehre. Leipzig, W.Engelmann.
- MEISE, W. (1951) Der Abendsegler. Brehm-Heft 42, Leipzig.
- MINEDA, T. (1977): An electron microscopic investigation on the submandibular gland of the japanese horseshoe bat *Rhinolophus ferrumequinum*-Nippon, histological and histochemical studies. Aichi-Gakuin J.Dent.Sci.,15(1): 35-47.
- MONTAGNA, W. (1972): The Skin of Nonhuman Primates. Am.Zoologist,12: 109-124.
- MONTAGNA, W. and L.GIACOMETTI (1969): Histology and cytochemistry of human skin. Arch.Dermatol.99: 757-767.
- MONTICELLI, F.S. (1886): Sulle glandole facciali dei Chiroterri. Riv.Ital.Sc.Nat.A.II: 3-7.
- MUELLER, H. (1919): Ueber das Vorkommen von Sinushaaren bei den Haussäugetieren. Diss.Zürich
- NATUSCHKE, G. (1960): Heimische Fledermäuse. Die Neue Brehm-Bücherei, A.Ziemsen Verlag Wittenberg Lutherstadt.
- ODENIUS (1866): Beitrag zur Kenntniss des anatomischen Baues der Tasthaare. Arch.f.mikr.Anat.II.
- OPPEL, A. (1904): Lehrbuch der vergleichenden mikroskopischen Anatomie der Wirbeltiere. Jena: 224.
- OSTROUMOV, P. (1895): Die Nerven der Sinushaare. Anat.Anz.10: 781-791.
- POCOCK, R.I. (1914): On the facial vibrissae of the mammalia. Proc.Zool.Soc.London: 889-912.
- PORTA, A. (1910): Sulle glandule facciali del *Vesperugo noctula* (Schreb.). Zool.Anz.36: 186-189.
- QUAY, W.B. (1970) in WIMSATT, W.A.: Biology of Bats. Vol.II.Academic Press New York & London, 1970.
- RANVIER, L. (1879): Sur la structure des glandes sudoripares. C.R.Acad.Sc.Paris,89: 1120.
- REDTEL, A. (1873): Der Nasenaufsatz des *Rhinolophus Hippocrepis*. Z.wiss.Zool.23: 254-288.
- ROUSSEAU (1833): Sur un appareil glanduleux dans la Chauve-souris. L'Institut, T.1: 98.
- ROMEIS, B. (1968): Mikroskopische Technik. R. Oldenbourg Verlag, München-Wien.
- SCHAFFER, J. (1938): Ueber die Gesichtsdrüsen der spätfliiegenden Fledermaus (*Eptesicus serotinus* Schreb.).Z.mikr.-anat.Forsch.43: 332-334.
- SCHAFFER, J. (1940): Die Hautdrüsenorgane der Säugetiere mit besonderer Berücksichtigung ihres histologischen Aufbaues und Bemerkungen über die Proktoäldrüsen. Urban&Schwarzenberg, München.
- SCHIFFMANN, H.R., R. LORE, J. PASSAFIUME and R. NEEB (1970): Role of vibrissae for depth perception in the rat (*Rattus norvegicus*). Anim.Behav.18: 290-292.
- SCHNEIDER, H. (1963): Die Sinushaare der grossen Hufeisennase *Rhinolophus ferrumequinum* (Schreber, 1774). Z.Säugetierkund.28,6: 343-349.

- SCHOEBL (1873): Ueber die Nervenendigungen an den Tasthaaren der Säugetiere, sowie über die feinere Struktur derselben. Arch.f. mikr.Anat.IX, 1873.
- SEKINE, M. (1966): Histologische und cytologische Untersuchungen über die apokrinen Schweissdrüsen der Gesichtsdüse von der Fledermaus, *Rhinolophus ferrumequinum nippon*. Arch.Histol.Jap.,26: 281-327.
- SISK, M.O. (1957): A study of the sudoriparous glands of the little brown bat, *Myotis lucifugus lucifugus*. J.Morphol.101: 425-455.
- STARCK, D. (1958): Beitrag zur Kenntnis der Armtaschen und anderer Hautdrüsenorgane von *Saccopteryx bilineata* Temminck, 1838 (Chiroptera, Emballonuridae). Morph.Jahrb.99: 3-25.
- STARCK, D. (1982): Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. Bd.3, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York.
- STUTZ, H.P. (1985): Fledermäuse im Kanton Schaffhausen. Neujahrsbl.Natf.Ges.Schaffhausen, 37.
- STUTZ, H.P. & V. ZISWILER (1985): Morphologische und histologische Untersuchungen der Mundschleimhaut des Unterkiefers mitteleuropäischer Fledermausarten (Mammalia, Chiroptera). Rev.suisse Zool.,92/4: 851-855.
- SZYMONOWICZ, W. (1895): Beiträge zur Kenntniss der Nervenendigungen in Hautgebilden. Arch.f.mikr.Anat.XLV: 624-654.
- SZYMONOWICZ, W. (1936): Vergleichende Untersuchungen über die Innervation der Sinushaare bei den Säugern. I.Z.Anat.Entwicklungsgesch.105: 459-490.
- TIEDEMANN, J. (1816): Beschreibung der Hautdrüsen einiger Tiere. Deutsch.Arch.f.Physiol.,2: 112.
- TOLDT, K. (1907): Ueber die Hautgebilde der Chiropteren. Verh. Zool.-Bot.Ges.Wien 57: 83-91.
- TOLDT, K. (1916): Bemerkungen über das lokale Auftreten von Sinushaaren am Säugetierkörper. Zool.Anz.Bd.46,1916: 300.
- VAN HORN, R.N. (1970): Vibrissae structure in the Rhesus monkey. Folia primat.13: 241-285.
- VINCENT, S.B. (1913): The tactile hair of the white rat. J.comp. Neurol.23: 1-34.
- WERNER, H.J. (1966): Observations on the facial glands of the guano bat, *Tadarida brasiliensis mexicana* (Saussure). Proc.La. Acad.Sci., 29: 156-160.
- WERNER, H.J. and W.W. DALQUEST (1952): Facial glands of the tree bats, *Lasiurus* and *Dasypterus*. J.Mammal.33: 77-80.
- WERNER, H.J., W.W. DALQUEST and J.H. ROBERTS (1950): Histological aspects of the glands of the bat, *Tadarida cynocephala* (Le Conte). J.Mammal.31: 395-399.
- WERNER, H.J. and K. RUTHERFORD (1979): Histological aspects of the facial glands of the bat *Monophyllus-redmani-portoricensis*. J.Mammal.60(1): 229.
- WINESKY, L.E. (1979): Functional studies of vibrissal musculature in the golden hamster, *Mesocricetus auratus*. Am.Zool.19(3): 987.
- YOHRO, T. (1977): Arrangement and structure of sinus hair muscles in the big-clawed shrew *Sorex unguiculatus*. J.Morphol.153(2): 317-332.
- ZAHNER, Chr. (1987): Grobmorphologische und histologische Untersuchungen an facialem Tasthaaren einheimischer Insectivoren (Mammalia, Insectivora). Diplomarbeit Zool.Mus.Univ.Zürich.
- ZIETSCHMANN, O. (1920): Beiträge zum Bau und zur Entwicklung von Hautorganen bei Säugetieren. 7. Die früheste Entwicklung der Vibrissen des Schweines. Anat.Anz.52: 332-349.

Tab. 1: Untersuchungsmaterial

Gattung / Art		Anzahl grobmorphologisch untersuchter Individuen	Anzahl histologisch untersuchter Individuen
Myotis			
M. mystacinus (Kuhl, 1819)	Kleine Bartfledermaus	8	3
M. nattereri (Kuhl, 1818)	Fransenfledermaus	3	0
M. bechsteini (Kuhl, 1818)	Bechsteinfledermaus	2	1
M. myotis (Borkhausen, 1797)	Grosses Mausohr	7	4
M. daubentoni (Kuhl, 1819)	Wasserfledermaus	6	4
Pipistrellus			
P. pipistrellus (Schreber, 1774)	Zwergfledermaus	16	5
P. nathusii (Keyserling & Blasius, 1839)	Rauhhaufledermaus	7	3
P. kuhli (Kuhl, 1819)	Weissrandfledermaus	4	2
P. savii (Bonaparte, 1837)	Alpenfledermaus	4	1
Nyctalus			
N. leisleri (Kuhl, 1818)	Kleiner Abendsegler	5	3
N. noctula (Schreber, 1774)	Grosser Abendsegler	23	7
Eptesicus			
E. nilssoni (Keyserling & Blasius, 1839)	Nordfledermaus	15	2
E. serotinus (Schreber, 1774)	Breitflügelgedermaus	5	3
Vespertilio			
V. murinus Linnaeus, 1758	Zweifarbenfledermaus	6	3
Plecotus			
P. auritus (Linnaeus, 1758)	Braunes Langohr	20	4
P. austriacus (Fischer, 1829)	Graues Langohr	6	1

Tab. 2: Anzahl Tasthaare pro Tasthaargruppe bei den untersuchten Fledermausarten.

V.superciliares (V.s.), V.angularares (V.a.), V.mystaciales (V.m.), V.labii superiores pro Gesichtshälfte (V.l.s.), V.interramales (V.i.), V.submentales (V. sub.), Anzahl nicht erhoben, Männchen (m), Weibchen (w)

Art		V.s.	V.a.	V.m.	V.l.	V.i. V.sub.
M. mystacinus	1	1	6	4m,4w	2	11m,13w,13w
M. nattereri	1	1	6	n.e	2	n.e.
M. bechsteini	1	3	7	9m	2	21m
M. myotis	1	2	7	>25	2	>36
M. daubentoni	1	1	6	5w,8w	2	13w,14m,17w
P. pipistrellus	2	2	7	3w,3w	2	10m,10m,10m,10w
P. nathusii	2	2	7	3m	2	10m,11m,11w
P. kuhli	2	2	7	4w,4m	2	10w,12m
P. savii	2	2	5	6m	2	14m
N. leisleri	2	2	7	6m,6m	2	10m,11m,13m
N. noctula	2	2	7	7w,8m	2	12m,12m,13w,13w
E. nilssoni	2	2	5	6w,7m	2	9m,13w
E. serotinus	2	2	5	8m,13w	2	15m,22w,22w
V. murinus	2	2	7	6m,6w	2	12m,14m,14w
P. auritus	2	2	4	10w,11m	2	15m,18w,22m,22w
P. austriacus	2	2	4	9w	2	12w

Tab. 3: Bestimmungsschlüssel

1. Anzahl V. superciliares: 1	2
- Anzahl V. superciliares: 2	5
2. Anzahl V. angulares: 1	3
- Anzahl V. angulares: 2-3	4
3. Vier V. labii superiores und weniger oder gleich 13 V. submentales	M. mystacinus
- Mehr als vier V. labii superiores und mehr oder gleich 13 V. submentales	M. daubentoni
4. Weniger als 25 V. submentales und weniger als 13 V. labii superiores	M. bechsteini
- Mehr als 30 V. submentales und mehr als 25 V. labii superiores	M. myotis
5. Weniger als sechs V. mystaciales	6
- Anzahl V. mystaciales: 7	10
6. Anzahl V. mystaciales: 5	7
- Anzahl V. mystaciales: 4	9
7. V. mystaciales stehen in drei Reihen (2,2,1)	8
- V. mystaciales stehen in vier Reihen (2,1,1,1)	P. savii
8. Weniger als 14 V. submentales	E. nilssoni
- Mehr als 16 V. submentales	E. serotinus
9. Abstand der Mystacialvibrisse 1.1 zum kaudalen Nasenlochrand grösser oder gleich 0.6 mm (vgl. Abb.12. und Tab.6.)	P. auritus
- Abstand der Mystacialvibrisse 1.1 zum kaudalen Nasenlochrand kleiner oder gleich 0.4 mm (vgl. Abb.12. und Tab.6.)	P. austriacus
10. Mehr als vier V. labii superiores in zwei Reihen	11
- Drei bis vier V. labii superiores in einer Reihe	13
11. Mehr als sechs V. labii superiores	N. noctula
- Anzahl V. labii superiores: 6	12
12. V. submentales stehen in zwei Reihen mit 4+1 oder 4+2 Tasthaaren pro Kinnhälfte	N. leisleri
- V. submentales stehen in zwei Reihen mit 4+3 Tasthaaren pro Kinnhälfte	V. murinus
13. Anzahl V. labii superiores: 3	14
- Anzahl V. labii superiores: 4	P. kuhli
14. Höcker der V. interramales und V. superciliares mit a-Drüsen	P. pipistrellus
- Höcker der V. interramales und V. superciliares ohne a-Drüsen	P. nathusii

Tab. 4: Wurzelgrösse der Tastschare am Oberkiefer.

F: Fläche (Länge x Breite) in μ^2 , M: Mittelwert in μ^2

Art	FO.1	FO.2	FA.1	FA.2	F1.1	F1.2	F2.1	F2.2	F3.1	F3.2	F4.1	F3-1-2.	M
M. mystacinus	10500		43750		61750	31500	42750	24000	40500	18400			35456
M. bechsteini	28800	52500	63000		67500	39525	70950	42000	63750	42250		54250	50083
M. myotis	110250	108100	152625		129600	102500	105800	92450	118750	106950		102125	113130
M. daubentoni	30000		60000		57750	33600	59400	55800	70000	55800			56544
P. pipistrellus	31175	36750	52700	62125	34875	27000	44175	26000	46400	25000	23625		36750
P. nathusii	41600	49025	73150	61000	51000	44550	55500	52500	53200	41250	31500		50389
P. kuhli	49500	50250	57600	61875	44000	40000	52000	26600	54400	37500	52500		47839
P. savii	35700	61250	70000	98000	61875	38500	53625		61250		44950		58350
N. leisleri	55000	75600	83250	78750	51000	45500	61750	52500	61000	44200	37800		58759
N. noctula	56250	97750	109250	115000	126225	94500	118575	90000	111600	90000	101250		100945
E. nilssonii	49000	69375	72000	60000	47500	36000	95000	61500	88150				64281
E. serotinus	95550	101050	99000	90000	88550	54600	104125	82500	100450		50700		90647
V. murinus	72000	81900	104125	129250	58500	39375	54575	44200	56425	39525			66416
P. auritus	61200	45900	51300	57000	46800		64500		72150	64800			57956
P. austriacus	36300	58300	60125	62100	41650		54450		65250	53550			53966

Tab. 5: Mit Talgdrüsen versehene V. labii superiores (ohne M. myotis).
Tasthaar ohne Talgdrüsen (+), Tasthaar nicht vorhanden (-), Tasthaar mit a-Drüse (D),
Tasthaartypen (1-7)

Art	Samml.nr.	Tasthaar Nr.r.s.								
		2.1.	2.2.	2.3.	2.4.	2.5.	2.6.	2.7.	2.8.	2.9.
M. mystacinus	1301	+	+	+	+	-	-	-	-	-
	1022	7	+	+	+	-	-	-	-	-
M. bechsteini	1324	4D	+	7	+	7	+	+	-	-
M. daubentoni	618	5D	1D	2aD	+	+	+	+	-	-
P. pipistrellus	605	+	+	+	-	-	-	-	-	-
	904	+	+	+	-	-	-	-	-	-
P. nathusii	299	+	+	6	-	-	-	-	-	-
P. kuhli	1390	1	6	+	+	-	-	-	-	-
	Cot2	7	7	+	7	-	-	-	-	-
P. savii	1110	+	+	+	+	+	6	-	-	-
N. leisleri	276	1	7	1	+	7	-	-	-	-
	1391	4	4	5	+	+	-	-	-	-
N. noctula	1033	7	7	1	1	+	+	-	-	-
	537	+	1	+	1	+	+	-	-	-
E. nilssoni	1102	7	+	7	+	+	-	-	-	-
	1612	7	+	+	-	-	-	-	-	-
E. serotinus	690	+	1D	+	+	7	+	+	-	-
V. murinus	856	1	+	1	+	-	-	-	-	-
P. auritus	942	+	+	+	4	+	+	+	+	+
	1106	+	+	+	+	+	4	+	+	+
P. austriacus	1289	4	+	+	+	4	+	+	+	-

Tab. 6: Abstand der Mystacialvibrisse 1.1 zum caudalen Nasenlochrand.

Bei Individuen mit zwei Abstandmassen konnten beide Gesichtshälften vermessen werden. Masse in mm, (): Hautpräparat, Samml.nr.: Sammlungsnummer

P. auritus		P. austriacus	
Samml.nr.	Abstand	Samml.nr.	Abstand
962	0.73	250	0.30
954	0.61	1154	0.12
934	0.61		0.18
	0.61	810	0.24
894	0.73		0.30
666	0.75	1029	0.25
	0.75	(1289)	0.42
1190	0.75		0.48
	0.83	877	0.12
1105	1.08		0.18
	1.33		
1063	0.75		
	0.75		
811	0.73		
	0.85		

Tab. 7: Längenausdehnung der kaudalen Talgdrüsen

Masse in mm, Länge der gesamten Drüsen (DL), Länge des rostralen, von quergestreiften Muskelfasern der subkutanen Muskulatur umfassten Drüsenteils (DLn), Länge des kaudalen, in die subkutane Muskulatur versenkten Drüsenteils (DL0), keine kaudale Versenkung (-) der Drüsen in die subkutane Muskulatur, Anzahl beteiligter Drüsenhaare (Anz.)

Art	DL	DLn	DL0	Anz.
M. mystacinus	3.2	2.1	1.05	2
M. bechsteini	4.35	2.04	2.31	2
M. myotis	5	2.19	2.835	1
M. daubentoni	3.49	2.085	1.41	2
P. pipistrellus	1.53		(-)	2
P. nathusii	2.3		(-)	2
P. kuhli	2.1		(-)	2
P. savii	1.3		(-)	2
N. leisleri	1.7	1.215	0.435	2
N. noctula	2.94	1.17	1.77	2
E. nilssoni	2.085	1.35	0.735	2
E. serotinus	3	2.445	0.555	2
V. murinus	2.355	1.44	0.915	2
P. auritus	1.99		(-)	2
P. austriacus	1.83		(-)	2

Tab. 8: Messwerte der a-Drüsen.

durchschnittliche Ganglänge (GL), durchschnittlicher Gangdurchmesser (GD), durchschnittlicher Mündungsdurchmesser (MD), durchschnittliche Länge des sezernierenden Drüsenteils (SL), durchschnittlicher Durchmesser des sezernierenden Drüsenteils (SD), Masse in mm

Art	GL	Min-Max	GD	Min-Max	MD	Min-Max	SL	Min-Max	SD	Min-Max
M. mystacinus	1.17	0.75-1.75	0.08	0.05-0.1	0.15	0.1 -0.2	0.87	0.6 -1.25	0.54	0.2 -0.85
M. bechsteini	1.15	0.55-2.5	0.06	0.05-0.1	0.11	0.1 -0.15	0.91	0.55-1.25	0.4	0.25-0.6
M. myotis	1.79	0.9 -3.25	0.09	0.05-0.1	0.28	0.25-0.35	1.53	0.7 -2.5	0.75	0.3 -1.2
M. daubentoni	1.2	0.4 -2.25	0.07	0.05-0.1	0.14	0.1 -0.2	0.73	0.4 -1.2	0.37	0.25-0.55
P. pipistrellus	1.11	0.5 -1.25	0.08	0.05-0.15	0.16	0.15-0.2	2.47	0.83-4.93	0.27	0.2 -0.35
P. nathusii	1.45	1.1 -1.75	0.1	0.08-0.1	0.25	0.25	2.47	0.23-3.52	0.34	0.3 -0.5
P. kuhlii	1.4	1.0 -2.25	0.11	0.1 -0.15	0.19	0.15-0.25	2.12	1.64-3.0	0.3	0.2 -0.45
P. savii	1.03	0.75-1.25	0.1	0.1	0.21	0.15-0.25	2.05	0.8 -3.05	0.35	0.2 -0.5
N. leisleri	1.56	1.0 -2.5	0.12	0.1 -0.2	0.13	0.1 -0.15	0.65	0.35-1.11	0.23	0.15-0.35
N. noctula	1.69	1.25-2.15	0.12	0.1 -0.2	0.26	0.2 -0.4	1.77	0.48-3.95	0.35	0.2 -0.4
E. nilssonii	1.85	0.6 -2.5	0.12	0.1 -0.15	0.16	0.15-0.2	1.7	1.0 -2.5	0.42	0.3 -0.6
E. serotinus	1.61	1.0 -2.25	0.12	0.1 -0.15	0.2	0.15-0.25	1.95	0.8 -3.25	0.42	0.25-0.55
V. murinus	1.72	1.25-2.55	0.14	0.1 -0.2	0.23	0.15-0.3	3.5	0.75-9.0	0.38	0.3 -0.65
P. aurtus	0.96	0.6 -1.65	0.1	0.1	0.16	0.15-0.2	2.66	1.25-4.25	0.54	0.5 -0.75
P. austriacus	1.08	0.75-1.75	0.09	0.05-0.1	0.18	0.15-0.25	1.85	1.25-2.5	0.35	0.25-0.5

Tab. 9: Zellformen der sezernierenden Teile der a-Drüsen während den Monaten Januar bis Dezember.

Männchen (m), Weibchen (w), Jährling (s), in geheiztem Raum gefunden (R), Fundumstände unbekannt (u), Anz. untersuchte Individuen (n), Monate (Mt)
M. mystacinus (A), M. bechsteini (E), M. myotis (F), M. daubentonii (H), P. pipistrellus (K), P. nathusii (L), P. kuhlii (M), P. savii (N), N. leisleri (O), N. noctula (P), E. nilssonii (R), E. serotinus (S), V. murinus (T), P. auritus (V), P. austriacus (W)

Mt	Drüsen mit nur hochprismatischen Zellen vorhanden	Drüsen mit hoch und iso- und/oder nur isoprismatischen Zellen vorhanden	Drüsen mit flachen Zellen vorhanden	n
1		O(m,u), O(m,u)	O(m,u), O (m,u)	2
2		O(m)		1
3		M(m), P(m)	M(m)	2
4	P(w), R(w), W(w)	L(m), P(w), P(w), R(w)		5
5		A(w), F(w), F(w)		3
6	S(w), S(w), V(m)	A(w), K(w), S(w), S(w), V(m)		5
7	H(w), H(m), H(w,s), M(w)	A(m), E(m), H(w), H(w,s), K(m, R)		7
8	F(m), R(m), V(w), V(w,s)	F(m), H(w,s, R), N(m,s), V(w), V(w,s)	F(m), N(m,s), V(w,s)	6
9	V(m,s)	K(m,s), S(m)	V(m,s)	3
10	F(m), L(w, R), T(m)	F(m), K(m), L(w, R), T(m), P(m)	P(m)	5
11	T(m, R)	L(m), P(w, R), T(m, R)	L(m), P(w, R)	3
12	K(w, R)	K(w, R), P(m), P(m), T(w,u)	K(w, R), P(m)	4

Abbildungen

Abb. 1. Tasthaare am Kopf von *Nyctalus noctula*.

(A) Anordnung der Tasthaare, (B) Numerierung der Tasthaare an der oberen Gesichtshälfte in Lateralansicht, (C) Beschriftung und Numerierung der Tasthaare am Kinn in Lateralansicht

Abb. 2. Die Schnauze von *Myotis myotis* ist durch die extrem vergrößerten Talgdrüsen angeschwollen. Die Austrittsstellen der Schnauzentasthaare 2.1, 2.2, 3.1 und 3.2 sind als helle Erhebungen erkennbar.

Abb. 3. Die Schnauze von *Nyctalus noctula* ist durch die extrem vergrößerten Talgdrüsen der Drüsenhaare angeschwollen. Die Drüsenhaare treten aus den kraterähnlichen Gebilden aus, während die Austrittsstellen der Tasthaare (V. mystaciales 2.1, 2.2., 3.1. und 3.2) als rundliche Erhebungen erkennbar sind.

Abb. 4. Anordnung der Tasthaargruppen am Kopf von *Myotis myotis*.

(A) Lateralansicht, (B) Ventralansicht rechte Kinnhälfte, (a) Vibrissae mystaciales, (b) V. superciliares, (c) V. labii superiores, (d) V. submentales, (e) V. interramales, (f) V. angulares

Abb. 5. Kopf von *Plecotus auritus*. Die Tasthaare an den Rändern der Oberlippe bilden zusammen mit den benachbarten Haaren einen "Rechen", der bei geschlossenem Mund über die Unterlippe ragt.

Abb. 6. Kopf von *Plecotus auritus*. Die Tasthaare an den Rändern der Oberlippe bilden zusammen mit den benachbarten Haaren einen "Rechen", der bei geöffnetem Mund den kaudalen Mundschlitz verschliesst und das Herausfallen von Insekten verhindert.

Abb. 7. Anordnung und Anzahl der Tasthaare am Kopf bei Vertretern der Gattung *Myotis*.

Halbschematische Darstellung (*M. nattereri*), Schematische Darstellungen: Lateralansicht des Kopfes und Ventralansicht der linken Kinnhälfte (*M. bechsteini*, *M. mystacinus*)

Abb. 8. Anordnung und Anzahl der Tasthaare am Kopf bei Vertretern der Gattung *Myotis*.

Halbschematische Darstellung (*M. myotis*), Schematische Darstellungen: Lateralansicht des Kopfes und Ventralansicht der linken Kinnhälfte (*M. myotis*, *M. daubentonii*)

Abb. 9. Anordnung und Anzahl der Tasthaare am Kopf bei Vertretern der Gattung *Pipistrellus*.

Halbschematische Darstellung (*P. pipistrellus*), Schematische Darstellungen: Lateralansicht des Kopfes und Ventralansicht der linken Kinnhälfte (*P. pipistrellus*, *P. nathusii*)

Abb. 10. Anordnung und Anzahl der Tasthaare am Kopf bei Vertretern der Gattung *Pipistrellus*.

Halbschematische Darstellung (*P. savii*), Schematische Darstellungen: Lateralansicht des Kopfes und Ventralansicht der linken Kinnhälfte (*P. kuhli*, *P. savii*)

Abb. 11. Anordnung und Anzahl der Tasthaare am Kopf bei Vertretern der Gattung *Nyctalus*.

Halbschematische Darstellung (*N. noctula*), Schematische Darstellungen: Lateralansicht des Kopfes und Ventralansicht der linken Kinnhälfte (*N. leisleri*, *N. noctula*)

Abb. 12. Anordnung und Anzahl der Tasthaare am Kopf bei Vertretern der Gattung *Eptesicus*.

Halbschematische Darstellung (*E. serotinus*), Schematische Darstellungen: Lateralansicht des Kopfes und Ventralansicht der linken Kinnhälfte (*E. nilssoni*, *E. serotinus*)

Abb. 13. Anordnung und Anzahl der Tasthaare am Kopf bei Vertretern der Gattung *Vespertilio*.

Halbschematische Darstellung (*V. murinus*), Schematische Darstellung: Lateralansicht des Kopfes und Ventralansicht der linken Kinnhälfte (*V. murinus*)

Abb. 14. Anordnung und Anzahl der Tasthaare am Kopf bei Vertretern der Gattung *Plecotus*.

Halbschematische Darstellung (*P. auritus*), Schematische Darstellungen: Lateralansicht des Kopfes und Ventralansicht der linken Kinnhälfte (*P. auritus*, *P. austriacus*)

Abb. 15. Vermessungsschema bei *Plecotus*.

(A) Halbschematische Darstellung der linken Kopfseite (*P. auritus*), (B) Ausschnitt aus A mit Abstand (d) der Mystacialvibrisse 1.1 zum kaudalen Nasenlochrand

Abb. 16. Abstand der Mystacialvibrisse 1.1 zum kaudalen Nasenlochrand (DIST) bezogen auf die Länge des ersten Fingers (DIG1) bei den beiden *Plecotus*-arten.

V: *P. auritus*, W: *P. austriacus*, Hautpräparat (W), Massangaben in mm

Abb. 17. Halbschematische Darstellung eines Längsschnittes durch die Wurzel einer Mystacialvibrisse von *N. leisleri*.

Abb. 18. Graphische Darstellung der Beziehung der Tasthaarwurzelgrösse zur Kopf-Rumpflänge.

MEAN (μ 2): durchschnittliche Wurzelgrösse, HBLN (mm): durchschnittliche Kopf-Rumpflänge, (A) *M. mystacinus*, (E) *M. bechsteini*, (F) *M. myotis*, (H) *M. daubentoni*, (K) *P. pipistrellus*, (L) *P. nathusii*, (M) *P. kuhli*, (N) *P. savii*, (O) *N. leisleri*, (P) *N. noctula*, (R) *E. nilssoni*, (S) *E. serotinus*, (T) *V. murinus*, (V) *P. auritus*, (W) *P. austriacus*, bei linearer Regression beträgt der Korrelationskoeffizient $r = 0.905$, $P < 0.001$

Abb. 19. Schematische Darstellung der verschiedenen Tasthaartypen. Talgdrüsen mit Punktraster.

a) Tasthaar mit zwei gelappten Talgdrüsen, deren sezernierender Teil zur Hauptsache ausserhalb der äusseren Bindegewebsscheide liegt, b) Tasthaar mit zwei ausserhalb des Balges liegenden Talgdrüsen, ventrale Talgdrüse gelappt, dorsale Talgdrüse einlappig, c) Tasthaar mit zwei Talgdrüsen, ventrale Talgdrüse ausserhalb des Balges gelappt, dorsale Talgdrüse in der apikalen

Bindegewebsscheide einlappig, d) Tasthaar mit einer ventralen gelappten Talgdrüse in der apikalen Bindegewebsscheide, e) Tasthaar mit einer ventralen ausserhalb des Balges liegenden gelappten Talgdrüse, f) Tasthaar mit einer ventralen ausserhalb des Balges liegenden einlappigen Talgdrüse, g) Tasthaar mit zwei gelappten Talgdrüsen in der apikalen Bindegewebsscheide, h) Tasthaar mit zwei einlappigen Talgdrüsen in der apikalen Bindegewebsscheide, i) Tasthaar mit einer ventralen einlappigen Talgdrüse in der apikalen Bindegewebsscheide, j) Tasthaar ohne Talgdrüsen

Abb. 20. Lippentasthaar von *Vespertilio murinus*. Tastaartyp a mit zwei gelappten Talgdrüsen, deren sezernierender Teil zur Hauptsache ausserhalb der äusseren Bindegewebsscheide liegt. Talgdrüsenlappen (a), Blutsinus (b), Tasthaar (c). H.-E.-Färbung.

Abb. 21. Lippentasthaar von *Myotis myotis*. Tastaartyp c mit zwei Talgdrüsen, ventrale Talgdrüse ausserhalb des Balges gelappt, dorsale Talgdrüse in der apikalen Bindegewebsscheide einlappig. Talgdrüsenlappen (a, a'), Blutsinus (b), Tasthaar (c). H.-E.-Färbung.

Abb. 22. Lippentasthaar von *Myotis myotis*. Tastaartyp d mit einer ventralen gelappten Talgdrüse in der apikalen Bindegewebsscheide. Talgdrüsenlappen (a), Blutsinus (b), Tasthaar (c). H.-E.-Färbung.

Abb. 23. Lippentasthaar von *Myotis myotis*. Tastaartyp e mit einer ventralen ausserhalb des Balges liegenden gelappten Talgdrüse. Talgdrüsenlappen (a), Blutsinus (b), Tasthaar (c). H.-E.-Färbung.

Abb. 24. Lippentasthaar von *Plecotus auritus*. Tastaartyp f mit einer ventralen ausserhalb des Balges liegenden einlappigen Talgdrüse. Talgdrüsenlappen (a), Blutsinus (b), Tasthaar (c). H.-E.-Färbung.

Abb. 25. Lippentasthaar von *Nyctalus noctula*. Tastaartyp i mit einer ventralen einlappigen Talgdrüse in der apikalen Bindegewebsscheide. Talgdrüsenlappen (a), Blutsinus (b), Tasthaar (c). H.-E.-Färbung.

Abb. 26. Lippentasthaar von *Myotis myotis* mit Talgdrüse (a) und Mündung einer a-Drüse (Pfeil) in den trichterförmig erweiterten Haarschaft. Blutsinus, (b), Tasthaar (c). H.-E.-Färbung.

Abb. 27. Drüsenhaar (a) von *Nyctalus leisleri* mit extrem vergrösserten Talgdrüsen (b) und sezernierendem Teil der a-Drüse (c). H.-E.-Färbung.

Abb. 28. Mündung der a-Drüse (a) direkt neben dem Drüsenhaarkanal (b) bei einem Drüsenhaar von *Nyctalus leisleri*. Talgdrüsen (c), Ausführungsgänge der Talgdrüsen (d). H.-E.-Färbung.

Abb. 29. Integumentsbereich mit Haarpinsel am rostralen Ende der vergrösserten Talgdrüsen bei *Myotis myotis*. Die Epidermis ist eingesenkt. Pinselhaare (a), Talgdrüsen der Pinselhaare (b), säckchenförmige a-Drüsen der Pinselhaare (c), apikaler Teil der extrem vergrösserten Talgdrüsen des Drüsenhaares (d). H.-E.-Färbung.

Abb. 30. Anordnung der Drüsenhaare am Oberkiefer bei Vertretern der Gattung *Myotis*.

Abb. 31. Anordnung der Drüsenhaare am Oberkiefer bei Vertretern der Gattung *Pipistrellus*.

Abb. 32. Anordnung der Drüsenhaare am Oberkiefer bei den Gattungen *Nyctalus*, *Eptesicus* und *Vespertilio*.

Abb. 33. Anordnung der Drüsenhaare am Oberkiefer bei Vertretern der Gattung *Plecotus*.

Abb. 34. Ausdehnung der beiden grössten Talgdrüsen in der Gesichtshaut bei der Gattung *Myotis*.

Austrittsstellen der Drüsenhaare (Punkte), Bereich der Talgdrüsen (gerastert)

Abb. 35. Ausdehnung der beiden grössten Talgdrüsen in der Gesichtshaut bei den Gattungen *Pipistrellus* und *Nyctalus*.

Austrittsstellen der Drüsenhaare (Punkte), Bereich der Talgdrüsen (gerastert)

Abb. 36. Ausdehnung der beiden grössten Talgdrüsen in der Gesichtshaut bei den Gattungen *Eptesicus*, *Vespertilio* und *Murinus*.

Austrittsstellen der Drüsenhaare (Punkte), Bereich der Talgdrüsen (gerastert)

Abb. 37. Unterteilung des Gesichtes in kaudalen (a), zentralen (b) und rostralen (c) Gesichtsbereich.

Austrittsstellen der Tasthaare (Punkte)

Abb. 38. Halbschematische Darstellung der Morphologie der a-Drüsen.

a) einfaches Säckchen (*M. mystacinus*), b) langgezogenes, an der Basis abgebogenes Säckchen (*P. auritus*), c) langgezogenes, mehrmals gewundenes Säckchen (*M. myotis*), d) locker gewundener dünner Schlauch (*N. leisleri*), e) eng geknäuelter dünner Schlauch (*P. pipistrellus*), e') Schema des Verlaufs der in e dargestellten Drüse

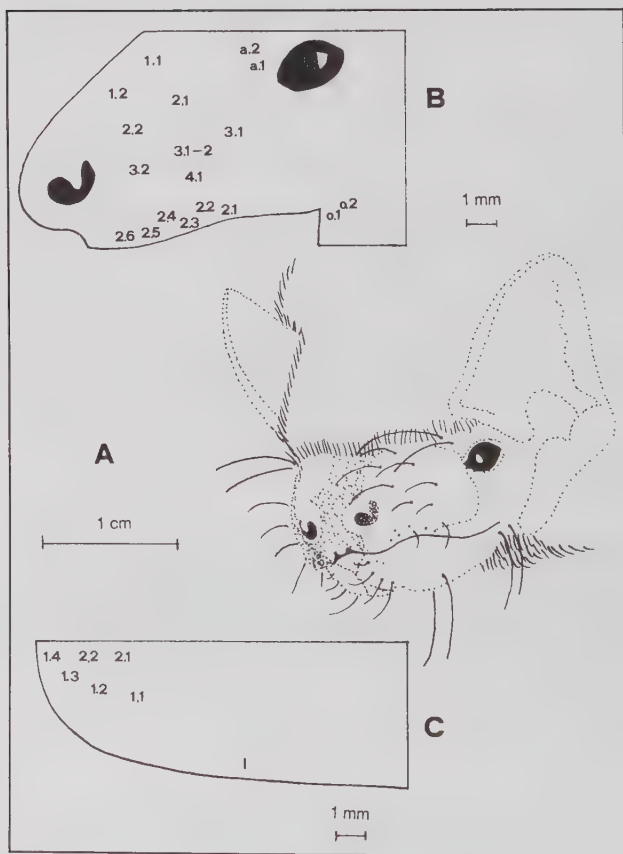


Abb. 1

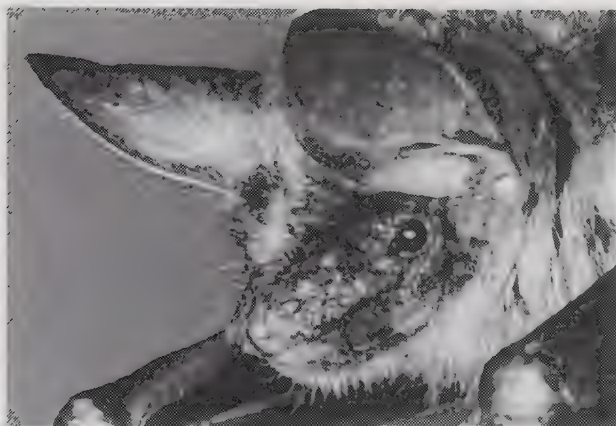


Abb. 2

1 cm

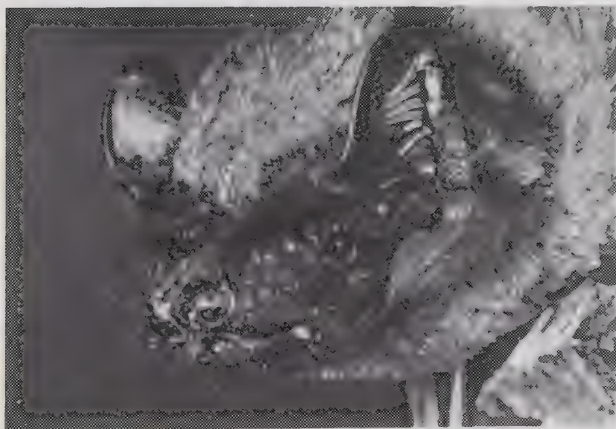


Abb. 3

1 cm

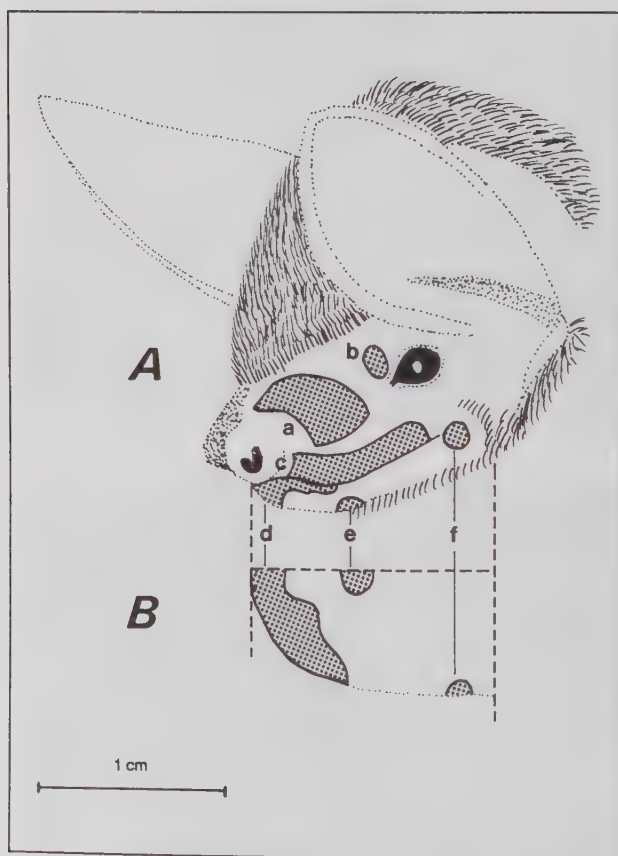


Abb. 4

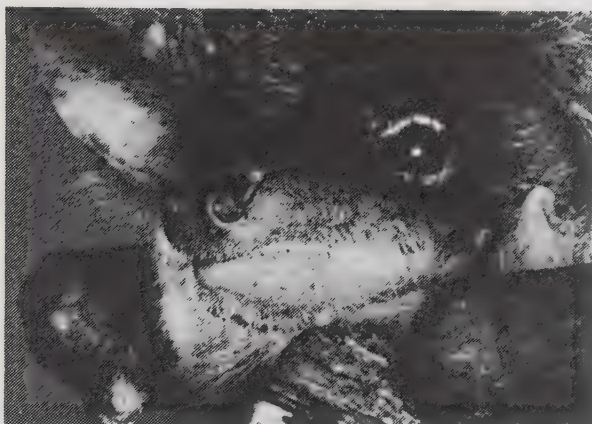


Abb. 5

2 mm



Abb. 6

2 mm

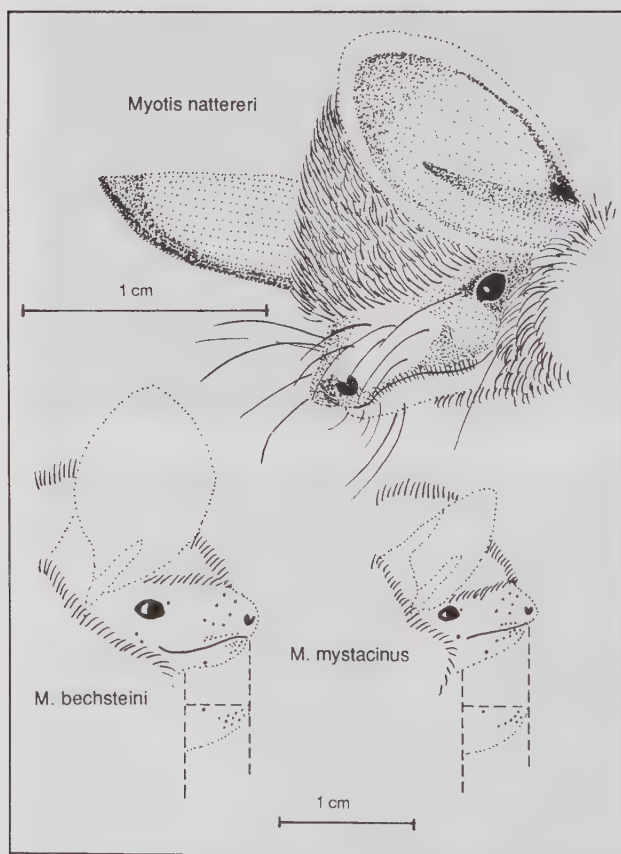


Abb. 7

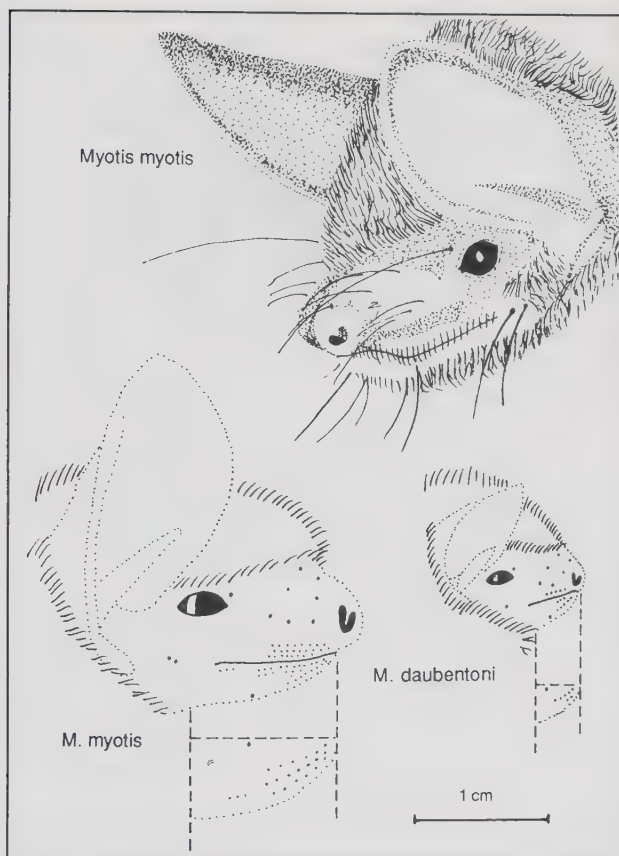


Abb. 8

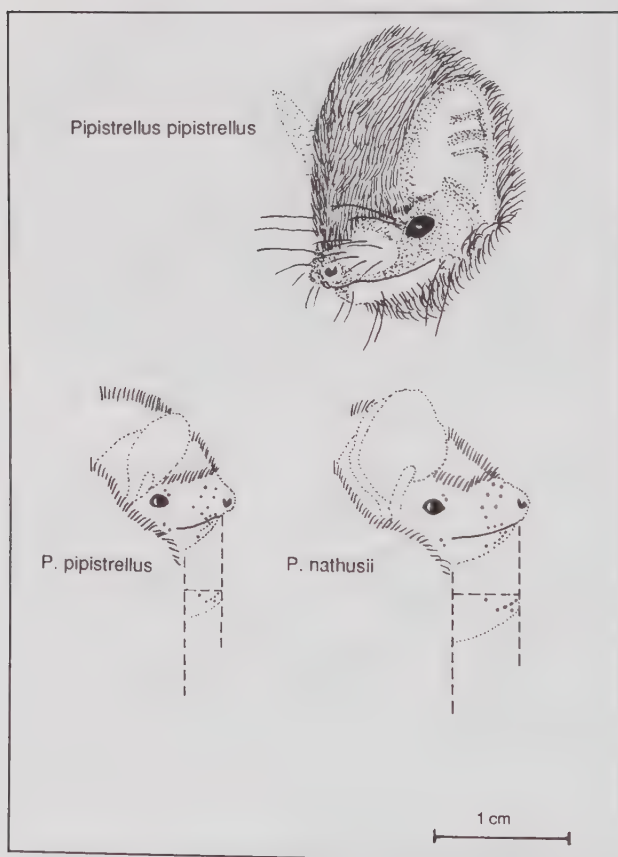


Abb. 9

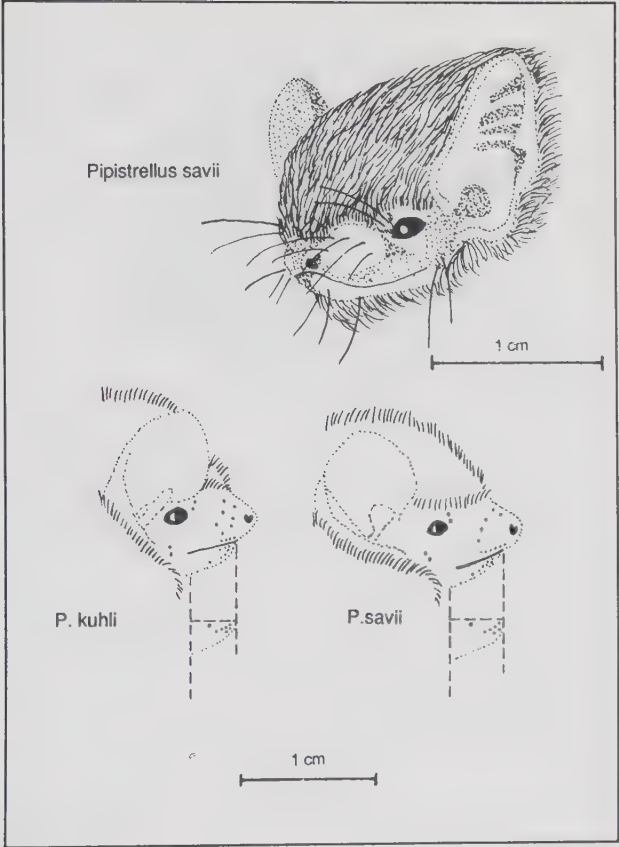


Abb. 10

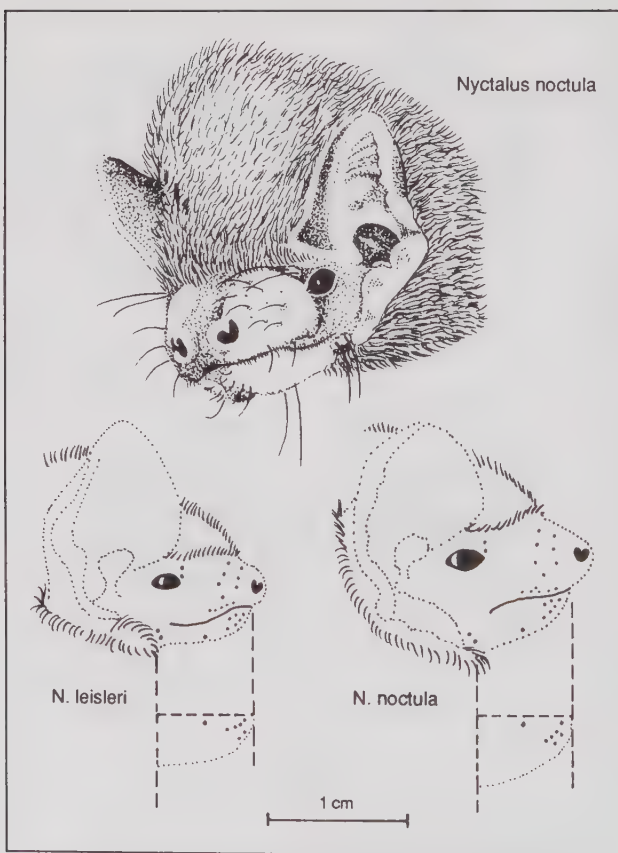


Abb. 11

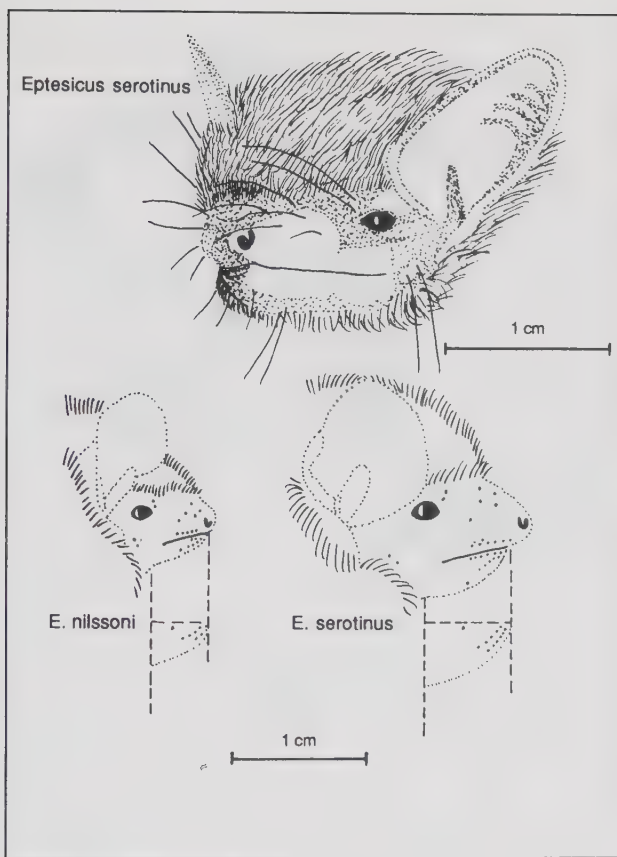


Abb. 12

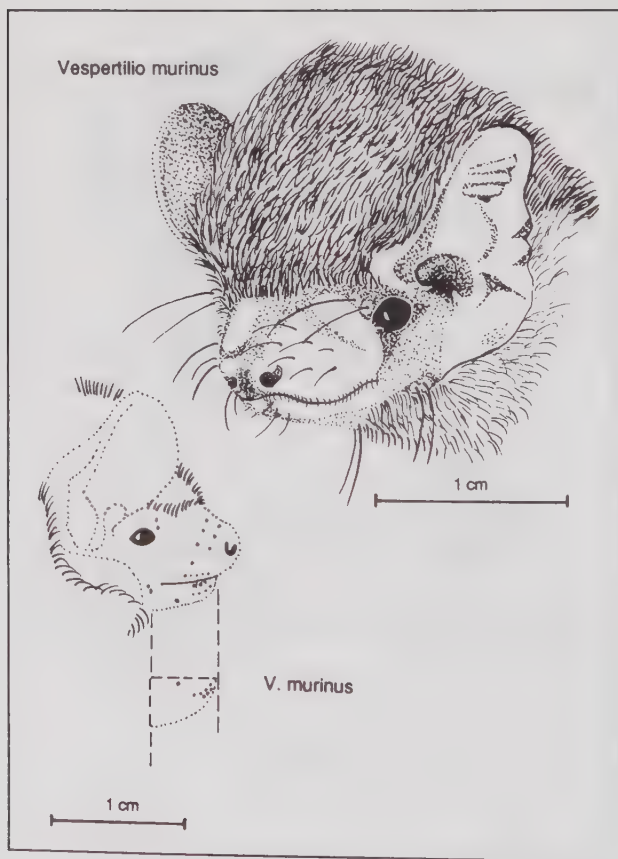


Abb. 13

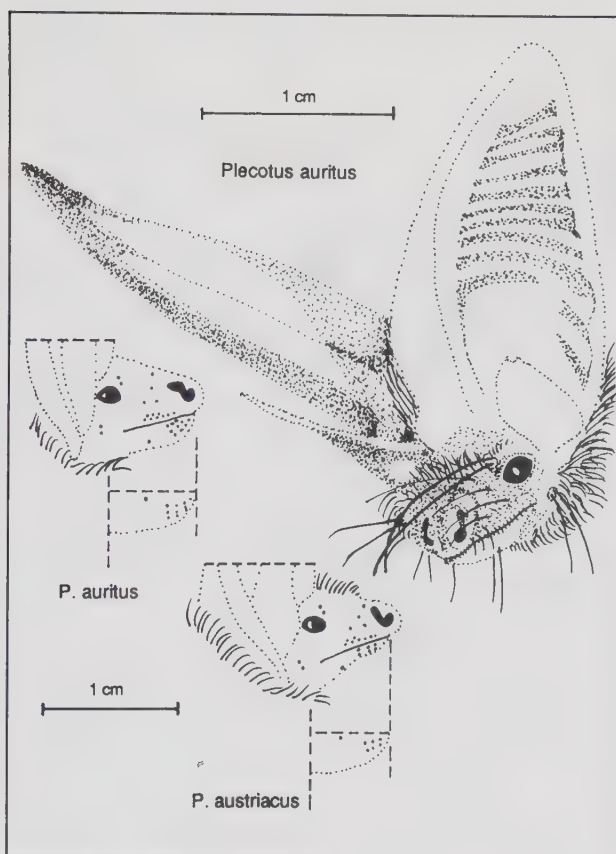


Abb. 14

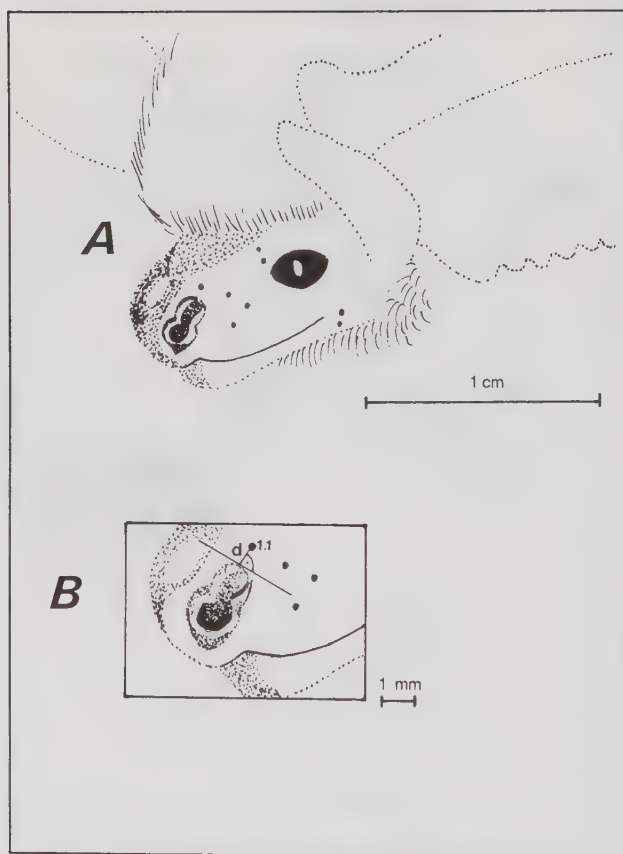


Abb. 15

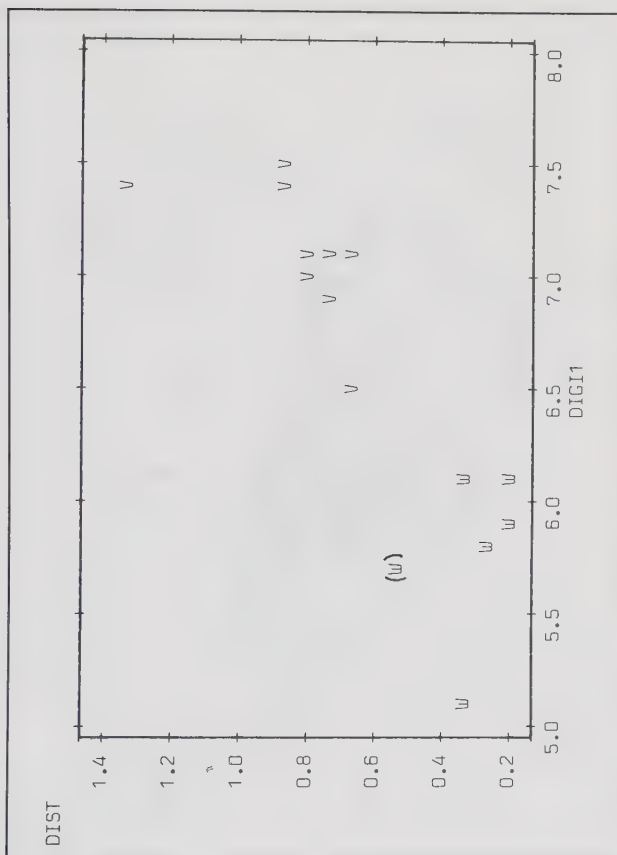


Abb. 16

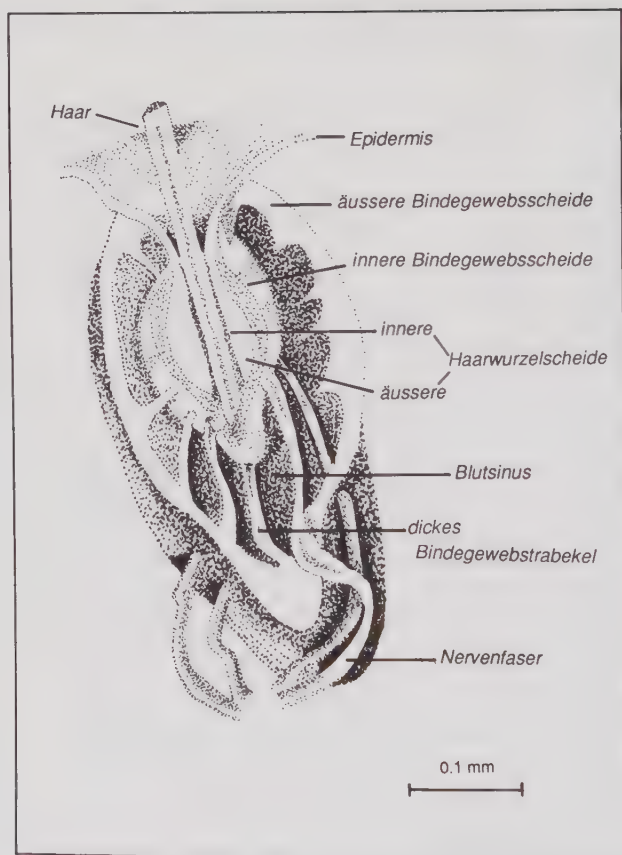


Abb. 17

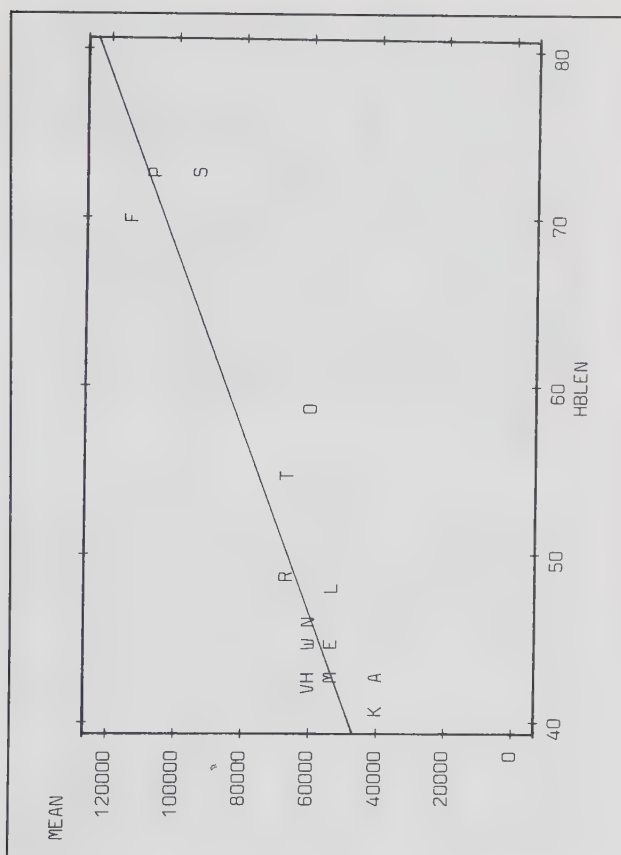


Abb. 18

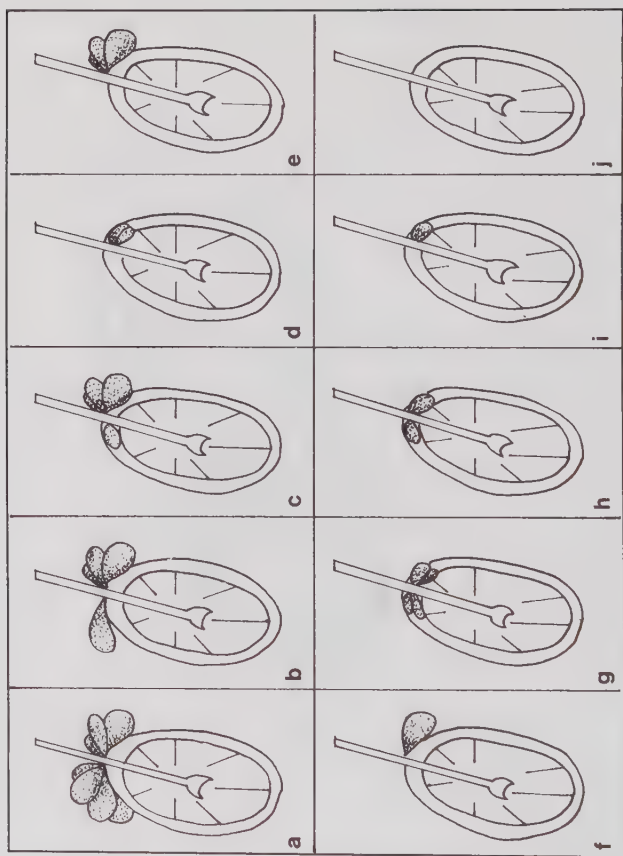


Abb. 19

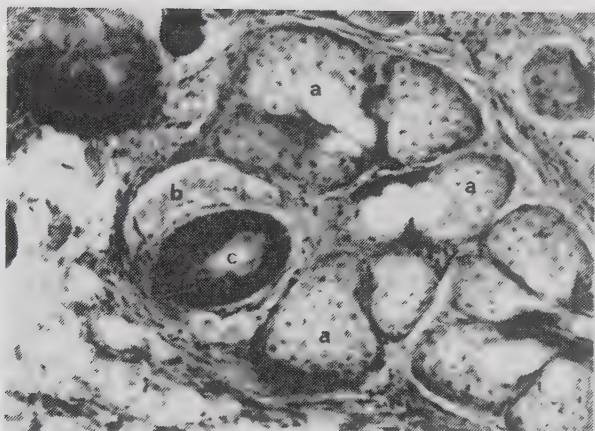


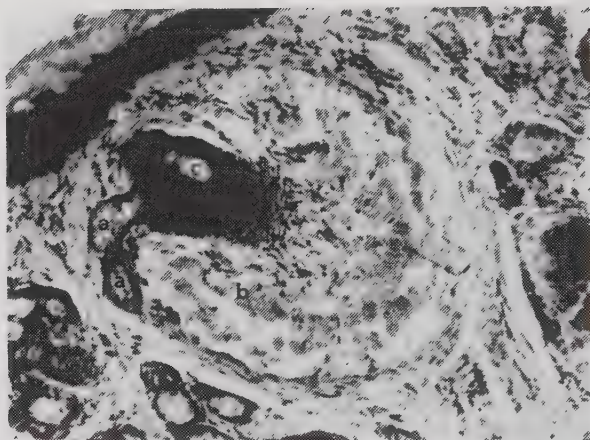
Abb. 20

50 μ



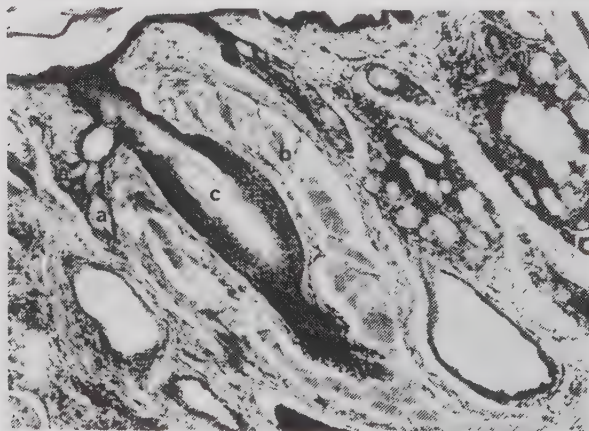
Abb. 21

50 μ



50 μ

Abb. 22



50 μ

Abb. 23

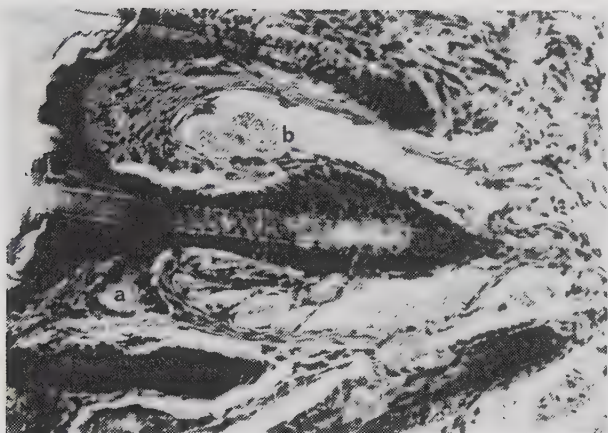


Abb. 24

5 μ

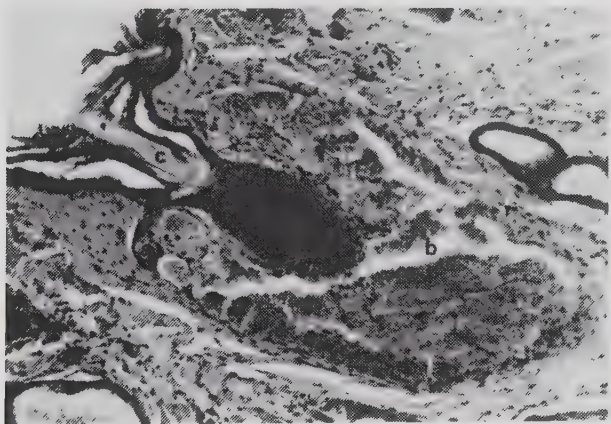


Abb. 25

50 μ

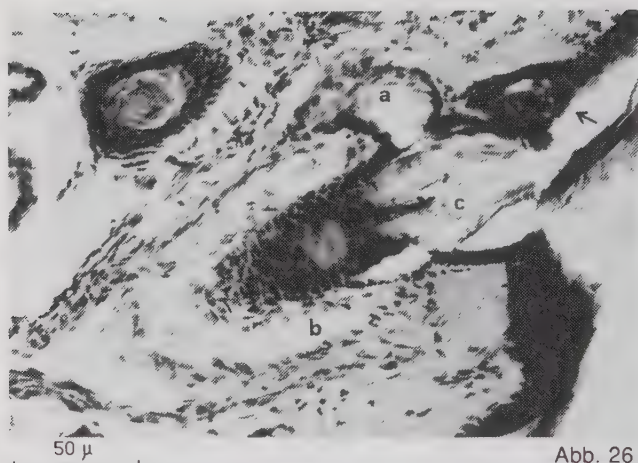


Abb. 26



Abb. 27

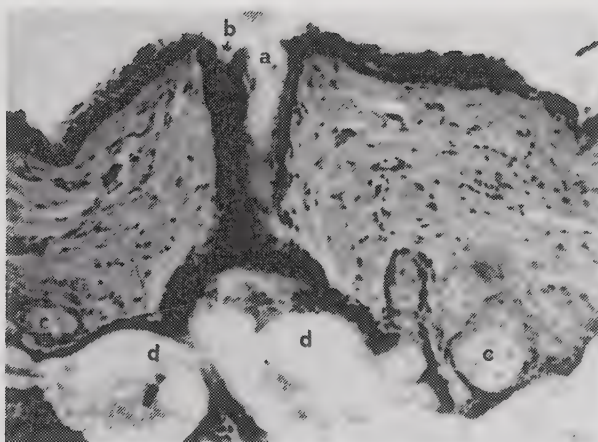


Abb. 28

50 μ

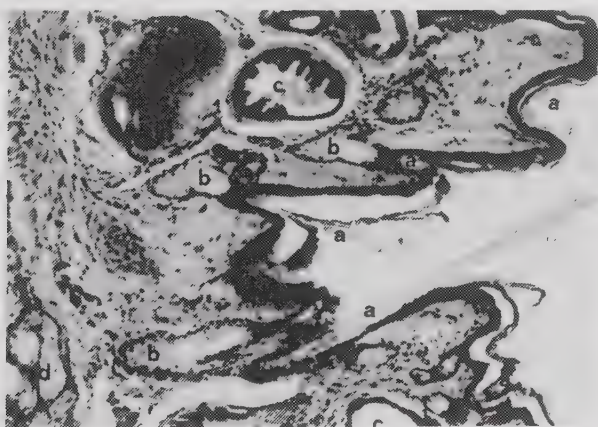


Abb. 29

50 μ

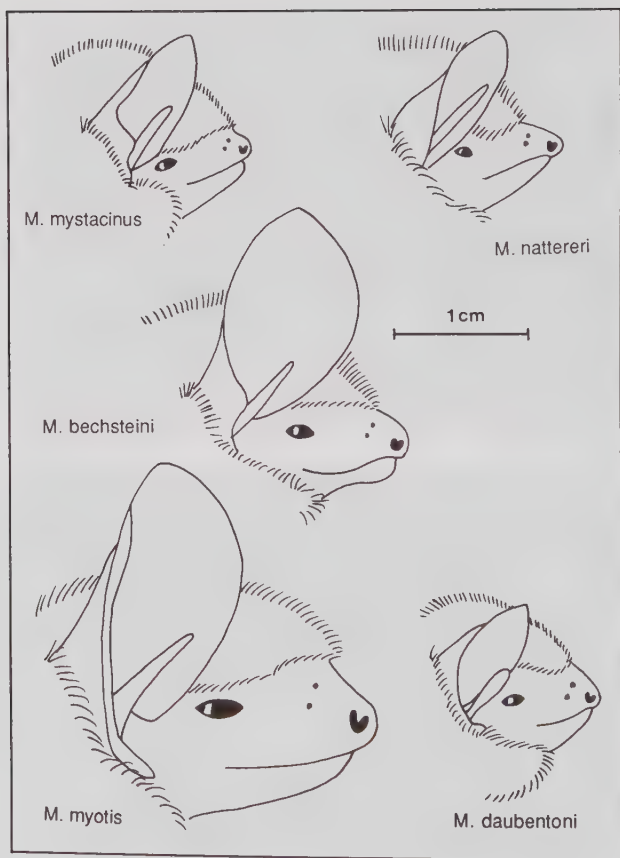


Abb. 30

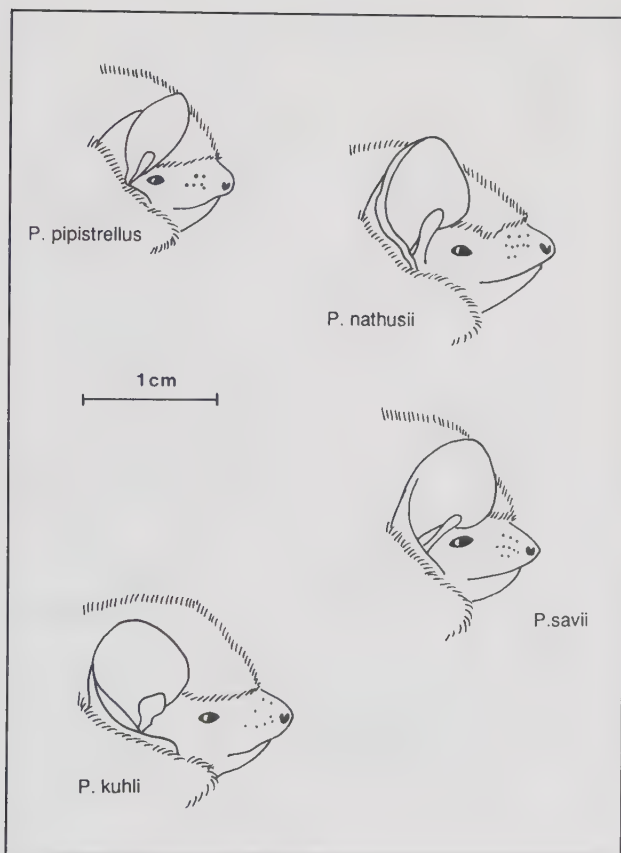


Abb. 31

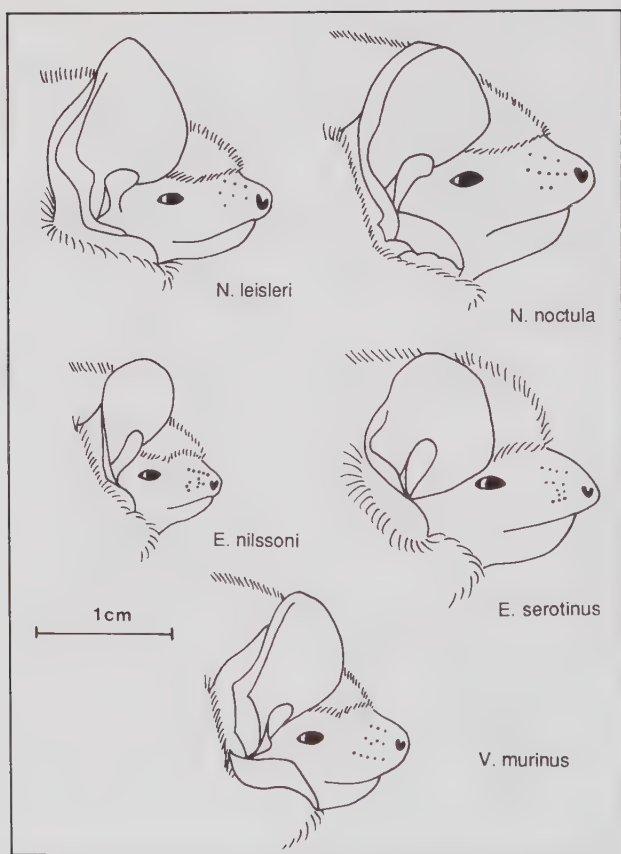


Abb. 32

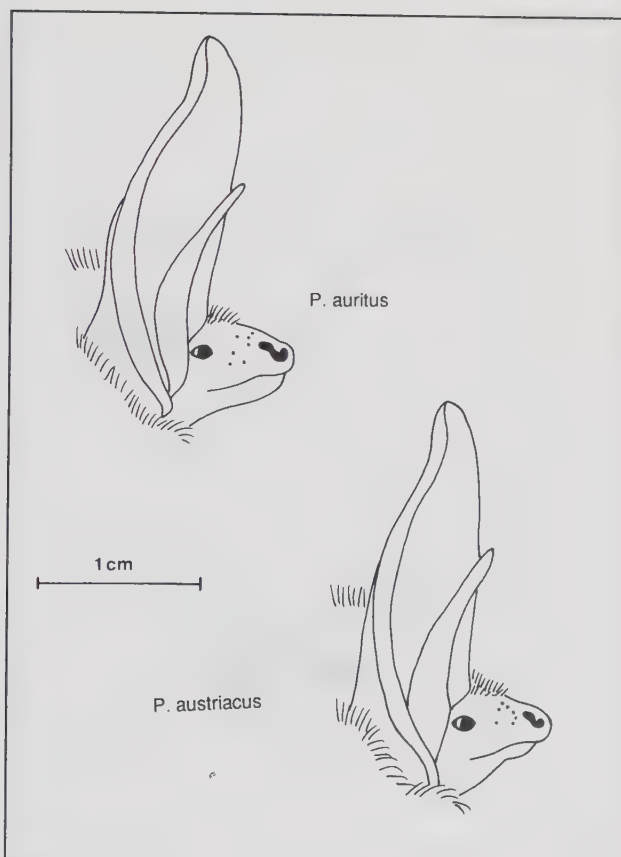


Abb. 33



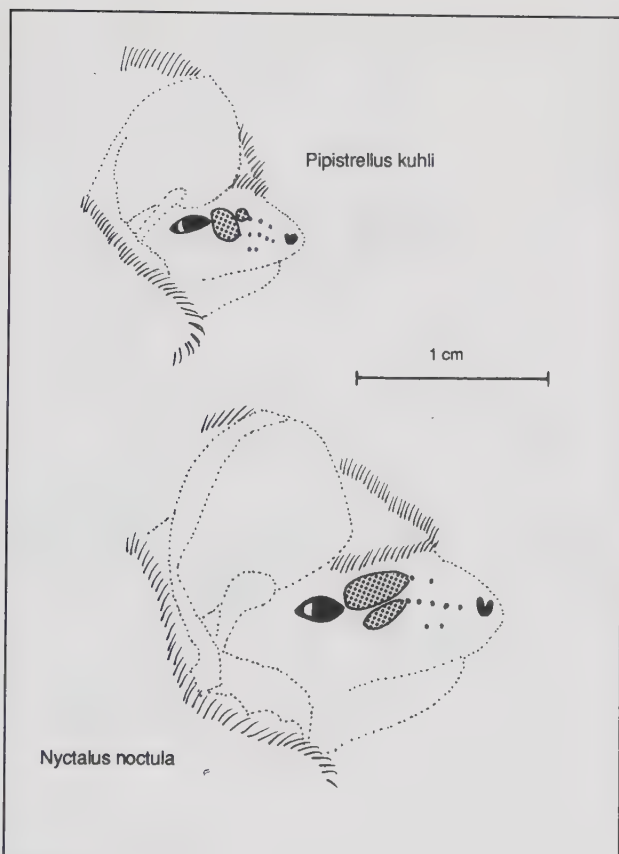


Abb. 35

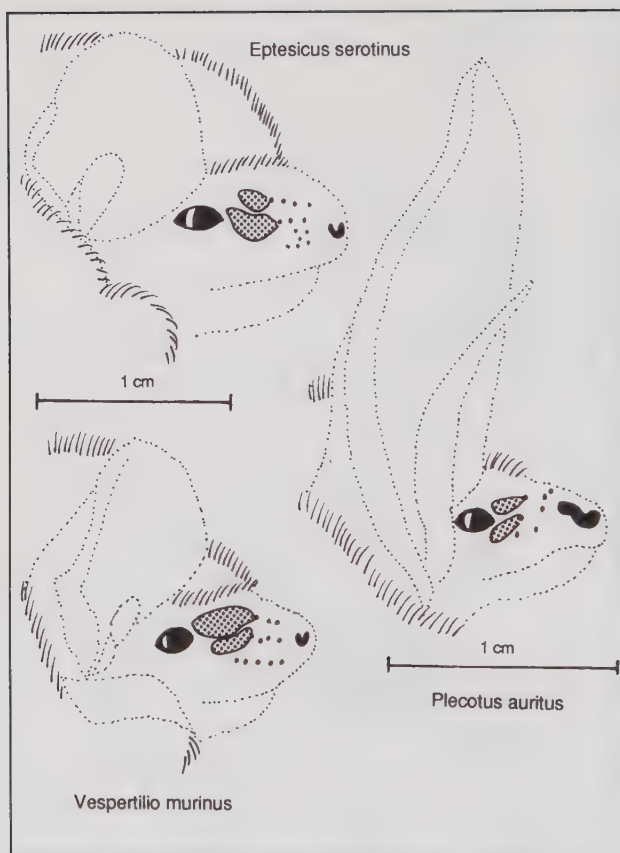


Abb. 36

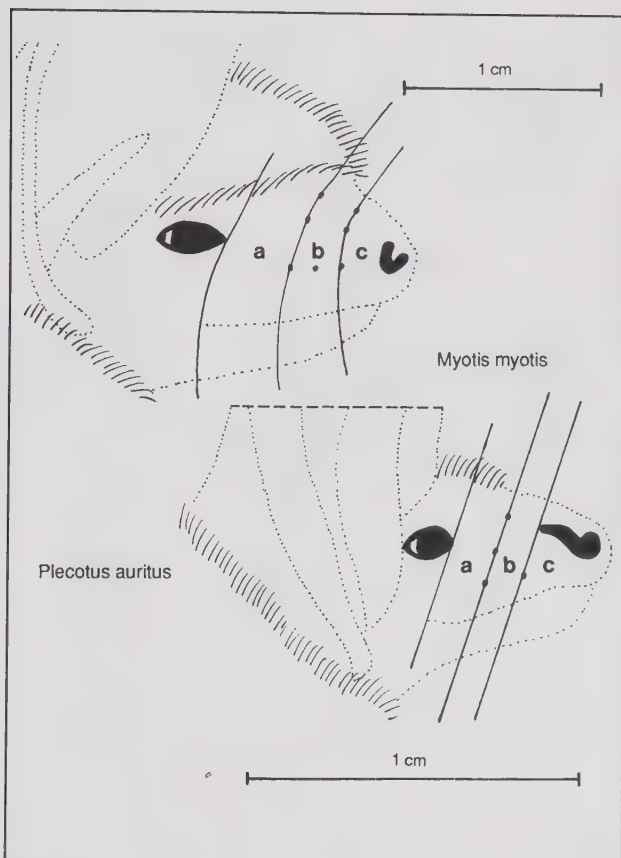


Abb. 37

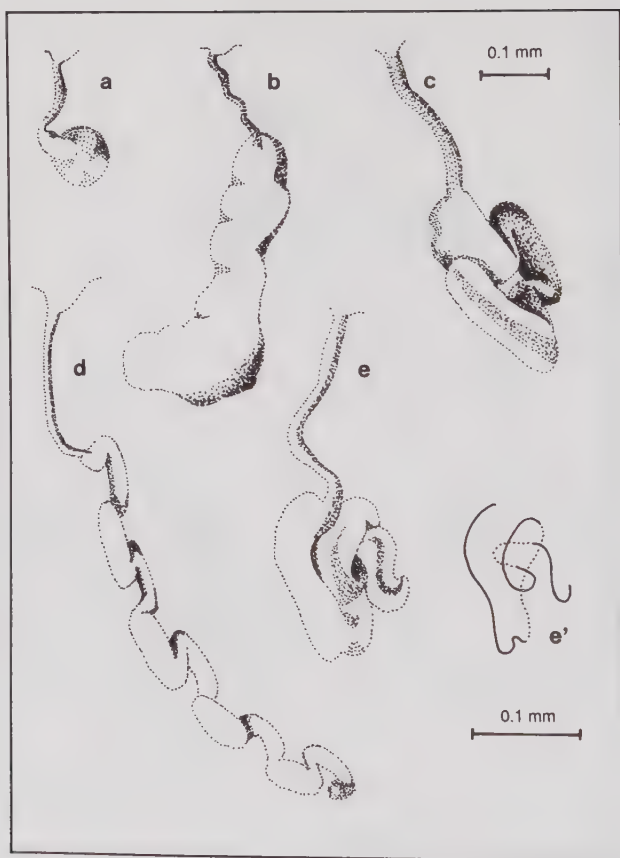


Abb. 38

Lebenslauf

Am 25.1.1956 wurde ich, Marianne Haffner, Tochter von Walter Haffner und Nelly Haffner, geb. Konrad, in Basel geboren. Ich bin Bürgerin von Altnau.

Nach dem Besuch der Primar- und Sekundarschule in Zürich, trat ich im Frühling 1972 in das Unterseminar Küsnacht ein, an dem ich 1976 mit der kantonalen Maturität abschloss. Am Oberseminar des Kantons Zürich erwarb ich anschliessend das Fähigkeits-Zeugnis für Primarlehrer. Im Herbst 1977 immatrikulierte ich mich an der Philosophischen Fakultät der Universität Zürich. Mit dem Diplom als Naturwissenschaftlerin mit Hauptfach Zoologie schloss ich im Frühling 1983 mein Biologiestudium ab. Im Herbst 1983 begann ich meine Doktorarbeit unter der Leitung von Herrn Prof.Dr.V. Ziswiler am Zoologischen Museum der Universität Zürich.

Während meines Studiums besuchte ich Vorlesungen, Uebungen und Praktika bei folgenden Dozentinnen und Dozenten:

R. Bachofen, G. Bächli, E. Batschelet, W. Berchtold, J. Biegert, M. Birnstiel, E. Brun, H. Burla, P.S. Chen, P. Christen, C. Claude, C.D.K. Cook, A. Dübendorfer, B. Eller, P. Endress, C.H. Eugster, J.R. Günter, H.R. Hohl, H.J. Hotz, R. Humbel, E. Jungen-Hauschteck, H. Jungen, J. Kägi, C.U. Kramer, H. Kummer, W. Kündig, J. Mendoza, B. Nievergelt, H.R. Oswald, D. Rast, H. Rieber, O. Rieppel, O. Rohweder, P. Rüedi, J. Schneller, H.R. Schwarz, A. Steiner, A. Stolba, J.D. Tacier, D.C. Turner, G. Vagniere, H. Wanner, R. Wehner, C. Weissmann und V. Ziswiler.

